sentam um trecho com a concavidade voltada para cima na parte superior do maciço e só na parte inferior é que exibem andamento que se aproxima do que é habitual adoptar nos cálculos comuns. São, como é evidente, casos de superfícies de escorregamento aplicáveis a maciços zonados, em que existe diferenciação bastante acentuada entre as características do núcleo e as dos maciços estabilizadores. Não são estes, como já ficou dito, perfis que se utilizem em Portugal, onde em regra se adoptam perfis homogéneos. Mas será de meditar no interesse de maior investigação em torno deste tema, para poder ajuizar de quais os métodos de cálculo que mais consequentemente poderão ser adoptados.

3 — MÉTODO DAS «FATIAS» GENERALIZADO (COM INTER-ACÇÃO, ENTRE FATIAS). PERSPECTIVAS DE ADOPÇÃO DE MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO ADAPTADOS À REOLOGIA DOS MATERIAIS TERROSOS.

É bem sabido que uma das mais evidentes simplificações do método clássico das «fatias» é a não consideração da inter-acção entre «fatias». Com efeito, a porção do maciço acima da superfície de escorregamento é considerada separada em «fatias», melhor dizendo, em blocos, e é estudado o equilíbrio de cada um dos blocos como se ele estivesse materialmente separado do bloco vizinho. É verdade que, como se consideram as forças instabilizadoras e também as estabilizadoras, como somatórios de forças actuantes na superfície de escorregamento, admite-se por esta via uma transferência de forças de uns para outros blocos. Quer dizer que o eventual déficit em reserva de resistência de um bloco pode ser compensado pelo superavit de reserva de resistência de outro bloco. É esta uma circunstância bem adaptada às hipóteses de plastificação que se admitiram para o equilíbrio. De facto, se o maciço plastifica numa dada zona, continua aí a reagir com forças que correspondem à sua tensão de fluência, seja qual for a deformação. Por outras palavras, a resistência oferecida pelo material após plastificação nunca pode ser menor do que um certo valor. Daí que, se a análise em separado do equilíbrio de um bloco conduzir a uma resistência mobilizada maior do que a tensão de cedência, é bem claro que o excesso será transferido para o bloco vizinho. Se no bloco vizinho a tensão resultante não exceder a tensão de cedência, o equilíbrio está assegurado.

No contexto que acaba de ser exposto pode portanto dizer-se que, mesmo no método clássico das «fatias», se consideram inter-acções entre estas. Mas as inter-acções que por esta via se levam em conta não são as únicas que intervêm no equilíbrio do conjunto de «fatias». Há *sobretudo* tensões verticais mobilizadas ao longo das superfícies de separação das fatias que podem atingir valores muito elevados e que podem dar apreciável contributo ao conjunto das forças em equilíbrio. Para sentir a sua importância atente-se no facto de na cinemática dos escorregamentos ao longo de superfícies cilíndricas estar implícita distorção da parte do maciço que desliza. Quer dizer, as «fatias» sofrem deslocamentos não só em relação à parte remanescente do maciço, mas também umas em relação às outras. Esses deslocamentos relativos induzem forças que, para certas geometrias da superfície de escorregamento, podem atingir valores muito elevados e que se impõe portanto tomar em consideração.

É esta a base dos métodos de «fatias» generalizados que foram introduzidos na prática do cálculo de estabilidade de taludes a partir de trabalhos de Bishop e de Janbu.

Vejamos como nestes métodos são tomadas em consideração as forças que actuam cada «fatia». Na fig. 3.1 (a) está representada uma das «fatias» em que se considerou dividido o maciço acima da superfície de escorregamento. As forças que a actuam são:

— O peso próprio, W

— A componente normal da reacção na inter-face da superfície de escorregamento, P.

— A componente tangencial da mesma reacção, S.

— As componentes normais das forças de inter-acção entre fatias H_n e H_{n+1}

— As componentes tangenciais das mencionadas forças de inter-acção, V_n e V_{n+1}

A força de peso próprio, W, é conhecida em grandeza e linha de acção.

A força S é conhecida em direcção e postula-se o seu conhecimento em grandeza admitindo um coeficiente de segurança implícito. Isto é, a força S corresponderá à resistência ao corte ao longo do segmento considerado da superfície de escorregamento dividida pelo coeficiente de segurança, F. Quer dizer que num material em que se admita a lei Coulomb e o critério de rotura de Mohr, a resistência ao corte ao longo do segmento em consideração da superfície de escorregamento será

$$R = C' + (P - U) \text{ tg } \varphi'$$

Isto admitindo a existência de forças devidas a tensões neutras, U, que de resto, por simplificação, não se representaram na fig. 3.1 O equilíbrio esquematizado na fig. 3.1 refere-se a um talude sem pressões neutras, em que a resistência ao corte será então dada por

$$R = C' + P \text{ tg } \varphi'$$

A fracção mobilizada desta resistência quer dizer, a força S, considera-se que será $\frac{R}{F}$ em

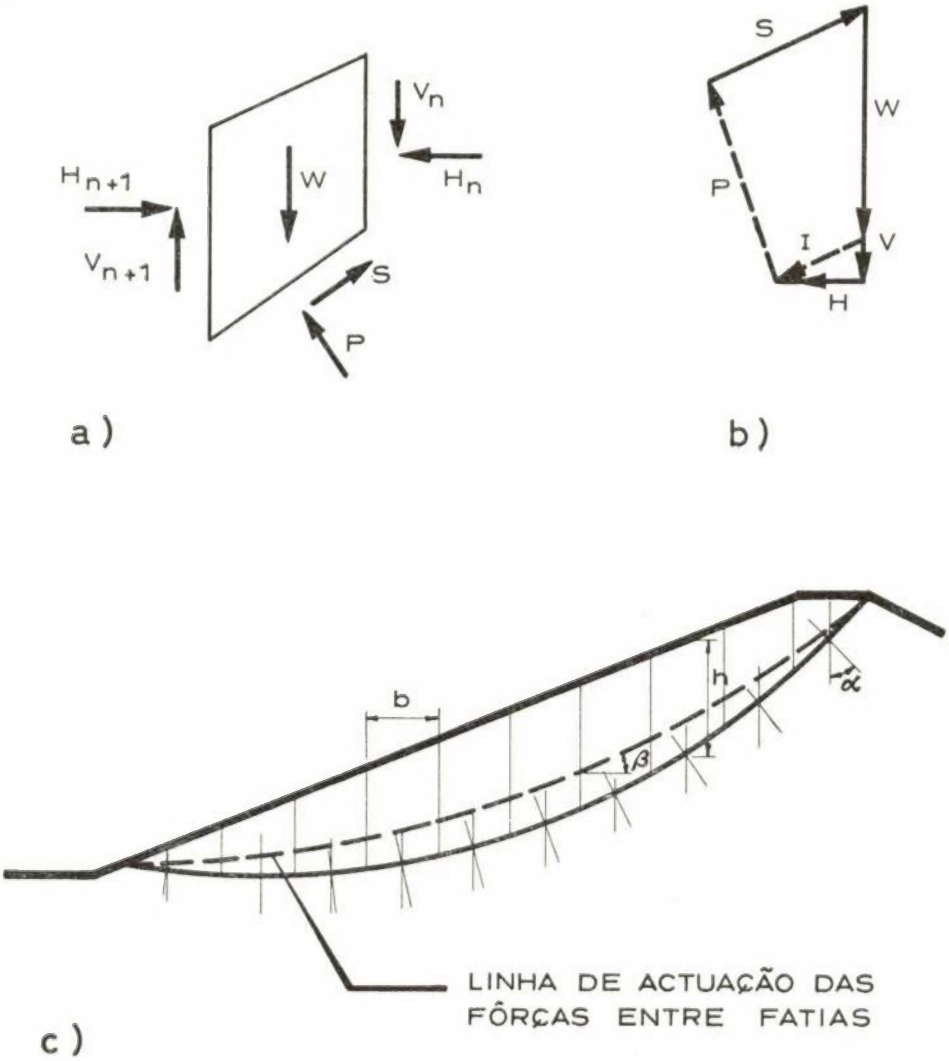


Fig. 3.1

que F é o coeficiente de segurança. Virá então

$$S = \frac{C'}{F} + \frac{P}{F} \operatorname{tg} \varphi'$$

Quanto à força P, não é conhecida a sua grandeza mas conhece-se a sua direcção.

Deduz-se então do polígono de forças representado na fig. 3.1 (b) que para o problema ser estàticamente determinado será necessário conhecer, pelo menos, a linha de acção da força I, de inter-acção entre fatias, força cujas componentes são as forças V e H a que já se fez menção.

De facto a linha de acção de I não é conhecida e por isso o prosseguimento do cálculo por esta via necessita de hipóteses adicionais. Um método simplificado consiste em desprezar as componentes V. Só se consideram portanto as componentes horizontais da inter-acção entre «fatias» o que, seja dito de passagem, em relação a certos métodos menos refinados, já conduz a uma aproximação bastante razoável. Este é o método que se designa por método de Bishop «simplificado» e que é talvez, pelo menos em Portugal, o método hoje mais largamente utilizado.

Nos métodos com inter-acções entre «fatias» que podemos classificar de generalizados, métodos de Bishop e método de Janbu, arbitra-se uma linha de acção para as forças de inter-acção, como se representa na fig. 3.1 (c). Essa linha de acção admite-se que passe no terço inferior da altura das fatias. Como ficou dito, o equilíbrio é estàticamente determinado quando se conhece a linha de acção de I.

No método de Bishop admitem-se superfícies de escorregamento circulares, Janbu generalizou ainda mais este método mostrando que ele podia ser aplicado a superfícies cilíndricas quaisquer.

Em qualquer das suas modalidades estes métodos são um pouco mais trabalhosos de que os métodos clássicos, sobretudo por se ter de admitir o coeficiente de segurança como implícito, para ter a força S determinada. Isto obriga a que se tenha de calcular F por sucessivas interacções. Mas esta questão de operosidade de cálculo pode-se hoje considerar como completamente ultrapassada dado o largo uso que se faz de computadores na prática da Engenharia.

Antes de analisar certas peculiaridades do comportamento de solos compactados oriundos de terrenos residuais, que põem questões reológicas porventura com implicações na aplicabilidade dos métodos descritos, há uma questão de âmbito mais vasto que merece que nos detenhamos nela por instantes.

Como por mais de uma vez se apontou, os métodos descritos são métodos à rotura, em que se raciocina em termos de plastificação dos solos que constituem os maciços. Ora os solos compactados não são corpos plásticos simples, com comportamentos de corpos lineares de Bingham ou St. Venant. Mesmo deixando de lado por agora a questão da linearidade, o que há que sublinhar é que muitas vezes, talvez mesmo se possa dizer que a esmagadora maioria das vezes, os solos não exibem um comportamento plástico caracterizado por uma tensão de cedência que é atingida gradualmente e que depois se mantém constante ao longo do campo de deformações. Pelo contrário, quase todos os solos exibem um «pico» de tensão, a que se segue um regime de relaxação das tensões que tendem, quando as deformações crescem, para um patamar substancialmente inferior ao «pico». Este tipo de comportamento levanta dificuldades graves à aplicação de métodos de cálculo à rotura do tipo dos descritos. Com efeito, como é necessário referir o maciço a uma situação em que se deu plastificação, põe-se a seguinte questão: qual a tensão de cedência a considerar? A que corresponde ao «pico» ou a que corresponde ao patamar, a que podemos chamar tensão «final»? Se se considera a tensão de «pico» é óbvio que se pode instalar, num maciço que pelo cálculo foi reputado como estável, situações de «rotura progressiva». Com efeito, deve ter-se presente o mecanismo de transferência de tensões de uma zona para outra do maciço que está implícito em cálculos deste tipo. Por outras palavras, atente-se em que se considera como lícito que o déficit em resistência de uma «fatia» possa ser compensado pelo superavit de resistência de outra «fatia». Ora assim sendo, o que equivale a dizer que só se atenta à *tensão média* instalada ao longo da superfície de escorregamento, sem muito fazer reparo a distribuições locais de tensões, pode acontecer que em certas zonas se atinja a tensão «pico». Como no cálculo não se introduz nenhum condicionamento às deformações, admite-se que, seja qual for a deformação, a resistência ao corte mobilizada será igual à tensão de «pico». Mas

se localmente houver deformações superiores àquelas que correspondem à tensão de «pico», a resistência ao corte desce substancialmente nessa zona. Dar-se-ão então redistribuições de tensões e outras zonas receberão agora acréscimos de tensão que eventualmente poderão também atingir o valor de «pico». Estar-se-ia então perante um fenómeno de rotura progressiva.

Manda por isso a prudência que se considere como tensão de plastificação, não a tensão de «pico», mas sim a tensão «final». Neste caso, òbviamente, a tensão média a que se for conduzido por um cálculo à rotura, com um conveniente coeficiente de segurança, será uma tensão para a qual não há rotura. Mas torna-se bem evidente que as reservas de resistência das zonas menos solicitadas do maciço não são levadas em linha de conta e que se está portanto seguindo uma via de super-dimensionamento.

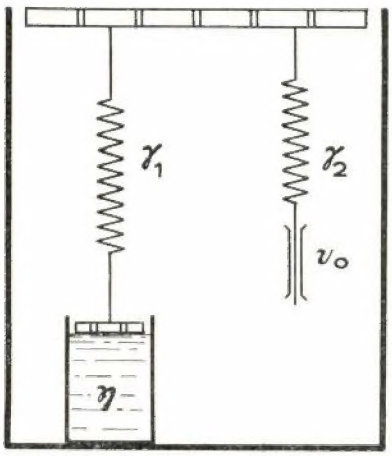


Fig. 3.2

Torna tudo isto bem claro que seria de muito interesse poder dispor de um cálculo de dimensionamento em que se levassem em conta as tensões e as deformações, melhor dizendo, em que se atendesse à interdependência de tensões-deformações.

O estudo básico desta problemática é, como é bem sabido, a reologia dos solos. Por isso um dos programas de investigação já há anos em curso em Portugal prende-se com a averiguação de características reológicas de solos compactados.

O modelo reológico a que se foi conduzido é o modelo apresentado na fig. 3.2.

O comportamento dos solos estudados não é linear e por isso os coeficientes γ_1, γ_2 e ε_0 não são constantes. A sua dependência do estado de tensão não é porém muito acentuada e, pelo menos por zonas características de profundidades

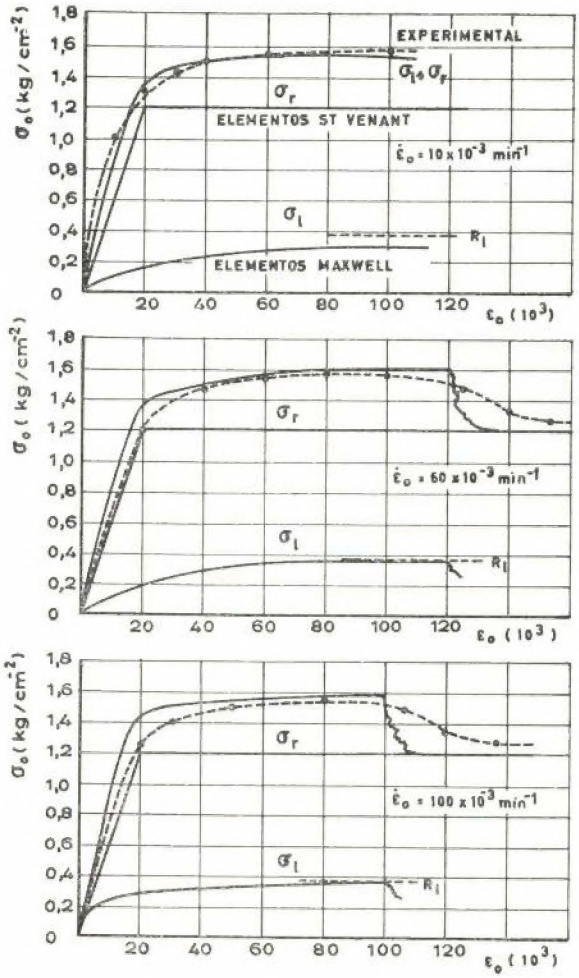


Fig. 3 3

em espessuras da ordem dos 5 a 10 m, esses coeficientes poderão ser tomados como constantes.

Os coeficientes γ_1 e γ_2 medem a deformabilidade do solo, sendo γ_2 responsável pela deformabilidade no ramo de descarga. O coeficiente η, que é um coeficiente de viscosidade, condiciona os efeitos de tempo nos fenómenos de deformação e de relaxação de tensões. O coeficiente ε_0 mede a tensão «final» de plastificação sendo as tensões de «pico» dependentes, como é obvio, do coeficiente de viscosidade η.

A fig. 3.3 mostra os resultados de uma série de ensaios de compressão simples conduzidos

sobre amostras compactadas. Os ensaios foram realizados a velocidades de deformação constante, cada um deles para uma velocidade. Assim, o primeiro ensaio foi conduzido com uma velocidade de imposição de extensão de 10×10^{-3} min^{-1}, o segundo com 60×10^{-3} min^{-1} e o terceiro com 100×10^{-5} min^{-1}. Como o exame da figura mostra, a tensão «final» é aproximadamente constante, da ordem de 1,2 kg/cm^2. Será a tensão que corresponde ao ε_0 do elemento de St. Venant do modelo reológico apresentado.

Há apreciáveis tensões de «pico» que são consequência da sobreposição das tensões geradas pelo elemento de Maxwell ao elemento de St. Venant. Na parte superior da figura evidencia-se como a decomposição da curva reológica nos dois elementos em paralelo do modelo, isto é, no elemento de Maxwel e no de St. Venant, está de acordo com os resultados obtidos. Com efeito, somando os efeitos, para as três velocidades, obtém-se uma curva teórica que anda muito próxima da curva experimental. As tensões de «pico» conterão por isso uma parcela que é dependente da viscosidade do «esqueleto» do material e que tenderá por isso a evanescer.

O modelo da fig. 3.2 corresponde a um solo não saturado. Por outro lado os estudos reológicos feitos tem sido levados a cabo em termos de tensões totais. Há razões para situar a questão nesta posição. Quanto à não-saturação, falta-nos evidência, com solos compactados a partir de terrenos residuais, de que alguma vez chegue a instalar-se a saturação completa. Em estreita conexão com este facto põe-se a questão de saber se é possível aplicar o princípio das tensõe efectivas a solos com estas características. De certo que se pode definir uma tensão intersticial na água dos poros e no ar dos poros. Serão essas tensões determinantes do comportamento para que possam ser consideradas tensões *efectivas*, no sentido em que o termo é usado na Mecânica dos Solos? É este um tema de investigação actualmente em curso em Portugal.

Também admitimos a hipótese de que os solos compactados possam sofrer efeitos de envelhecimento. Um possível efeito, porventura detrimental, estaria ligado à alteração, à continuação da argilificação dos grandes elementos. Um outro efeito, possìvelmente de consequências contrárias, estará ligado a fenómenos de litificação por re-arranjos estruturais função do tempo que conferirão ao material características resistentes crescentes com a idade. Este é o tema de outro trabalho de pesquisa actualmente em curso entre nós.

Com os elementos sobre reologia de solos até à data reunidos pensamos que se está em posição de tentar abordar um método de cálculo que leve em linha de conta a interdependência tensões-deformações. Como primeiro passo pensa-se considerar o material como não exibindo efeitos de tempo, quer dizer, como um material elasto-plástico não linear. A via de abordagem será a aplicação de um método de divisão do maciço em elementos, arbitrando uma primeira distribuição de tensões, calculando a consequente distribuição de extensões e efectuando, por sucessivas aproximações, as necessárias compatibilizações nos nós da rede de elementos.

(Continua)

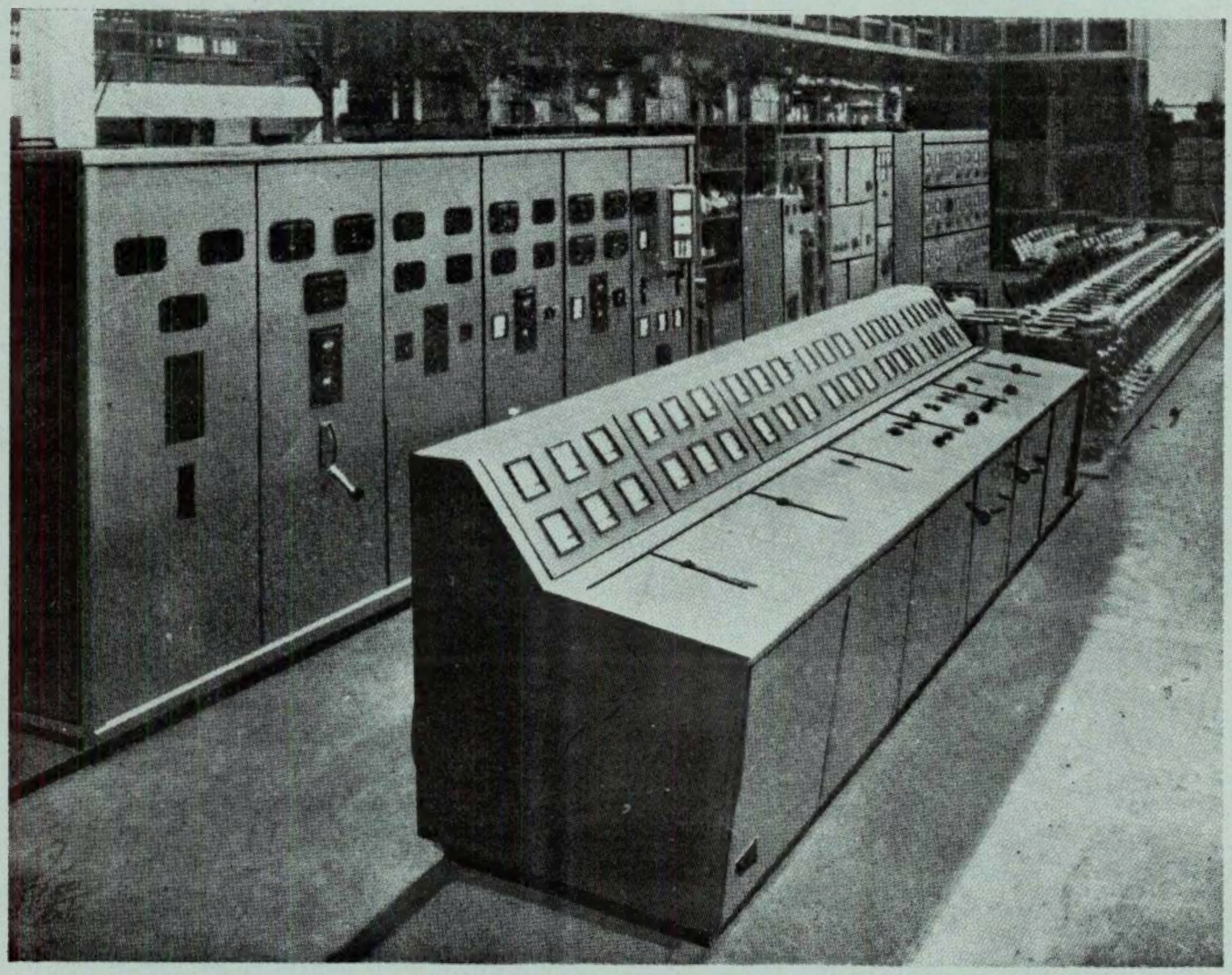
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



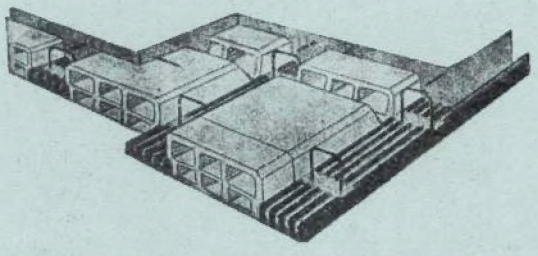
Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

PRÉ - ESFORÇADOS CERÂMICOS

PATIAL

patente stahlton



PAVIMENTOS, TECTOS, FORROS, COBERTURAS, ASNAS, SILOS

CERVAL

CERÂMICA VALE DE LOBOS, L.DA

R. JOAQUIM A. AGUIAR, 41, 5.º-D. - LISBOA - TEL. 53 11 38/9/0

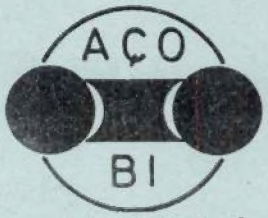
Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kgf / cm²

AÇO BI



Tensão de segurança 4.000 Kgf / cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

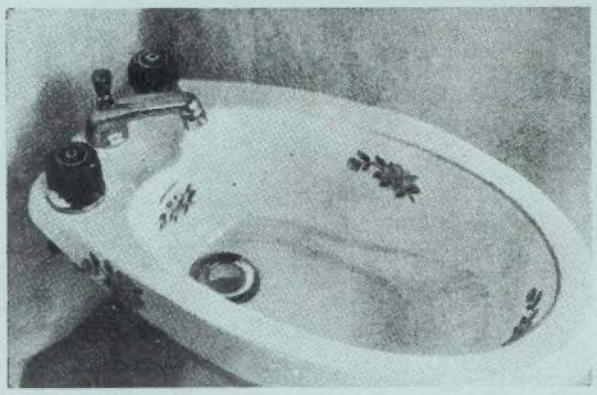
que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

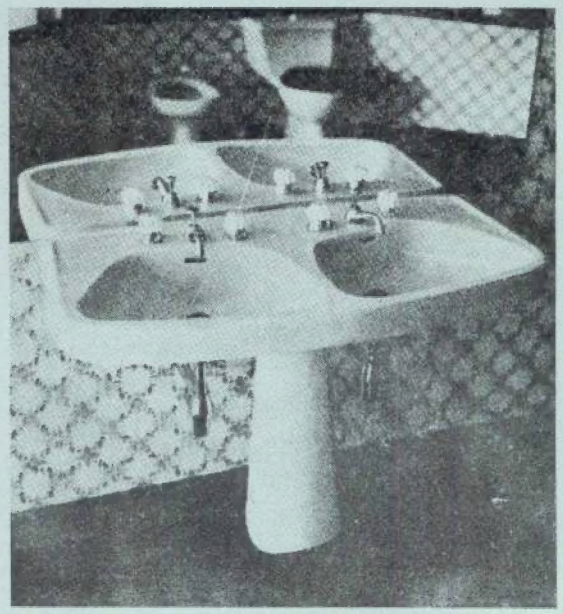
Para qualquer obra em betão armado consulte:

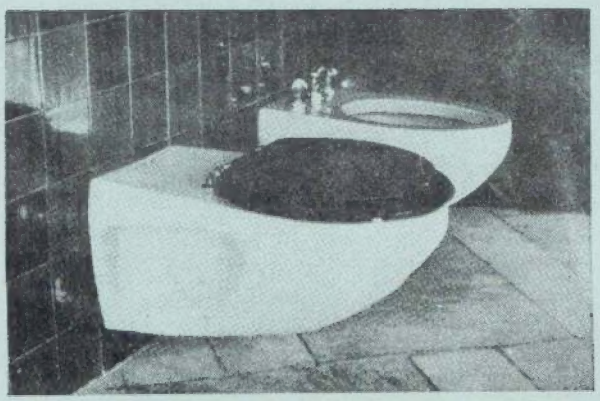
DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º

TELEFONES 67 12 24/5 e 67 37 85 - LISBOA







Actualize também a sua sala de banho...
Use TRITON a marca que equipa os hotéis RITZ, TIVOLI e CIDADELA, etc.

GUEDAL

Av. República, 64-A — Telef. 77 94 30

C. D. U. 622.765

PRINCÍPIOS GERAIS E MÉTODOS DE INVESTIGAÇÃO NA FLUTUAÇÃO DE MINÉRIOS

(Conclusão)

por LEOPOLDO C. PARREIRA CORTEZ
Assistente do I.S.T.
Assistente da C.E.E.N. (I.A.C.)
no Laboratório de Preparação de Minérios

3 — ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE OPTIMIZAÇÃO DA FLUTUAÇÃO

3.1 — Generalidades. Rendimento das operações de flutuação

Referimos nas alíneas anteriores, embora de modo abreviado, as propriedades superficiais das partículas minerais, e a sua influência na adsorção dos reagentes colectores e na ligação às bolhas de ar.

Também já salientámos a importância fundamental da adsorção do colector no rendimento das operações de flutuação. Todavia, antes de estudarmos sucintamente os principais factores que afectam a adsorção dos reagentes colectores e, portanto, a flutuação dos minérios, convém verificar se, experimentalmente, se observa uma razoável concordância entre as conclusões que os estudos teóricos têm permitido formular sobre as leis que regem os fenómenos básicos da flutuação, e os resultados práticos que se têm obtido.

A avaliação dos resultados de uma operação de flutuação pode ser feita através de vários parâmetros, consoante o objectivo que se pretende atingir com o tratamento do minério; assim, conforme se trate de uma operação de desengrossamento primário, ou de apuramento final, poder-se-á procurar apenas uma prévia eliminação dos minerais ganga, com alta recuperação do minério de valor, mas pequena taxa de concentração, ou um forte enriquecimento da espécie valiosa, mesmo à custa de certas perdas nos estéreis. Os parâmetros de controle poderão então ser o teor (da espécie valiosa ou da ganga) no concentrado ou no estéril obtidos, o rendimento em peso, a recuperação do minério de valor, a taxa de concentração, etc., ou vários destes parâmetros simultâneamente (que, aliás, estão inter-relacionados). Normalmente, o factor que se escolhe para controle é a recuperação do minério que se pretende flutuar, em ensaios laboratoriais.

De qualquer modo, é sempre necessário proceder à operação de flutuação e analisar os produtos obtidos, para verificar os resultados do tratamento ensaiado.

Na prática industrial e semi-industrial (e mesmo em muitos casos, laboratorial), esta operação processa-se normalmente nas células de flutuação, como se sabe. Todavia, à escala laboratorial, o uso das células normais apresenta diversos inconvenientes, por serem aparelhos de controle delicado ([1]), além de exigirem em geral o emprego de quantidades relativamente abundantes de minério e de reagentes — o que nem sempre é possível, em especial se pretendemos trabalhar com espécies de pureza elevada.

Atendendo a estes condicionalismos, A. F. Hallimond aperfeiçoou em 1944 uma pequena célula de flutuação laboratorial, que possui numerosas vantagens sobre as células normalmente usadas: permite trabalhar com fracas quantidades de minério e de reagentes, as variáveis intervenientes na flutuação podem ser fàcilmente controladas, e as quantidades de líquido e as concentrações dos reagentes não variam por transbordo, durante a flutuação, como nas células normais.

O tubo de Hallimond tem sofrido diversas modificações, para simplificação das operações, mas o princípio conservou-se o mesmo. Na

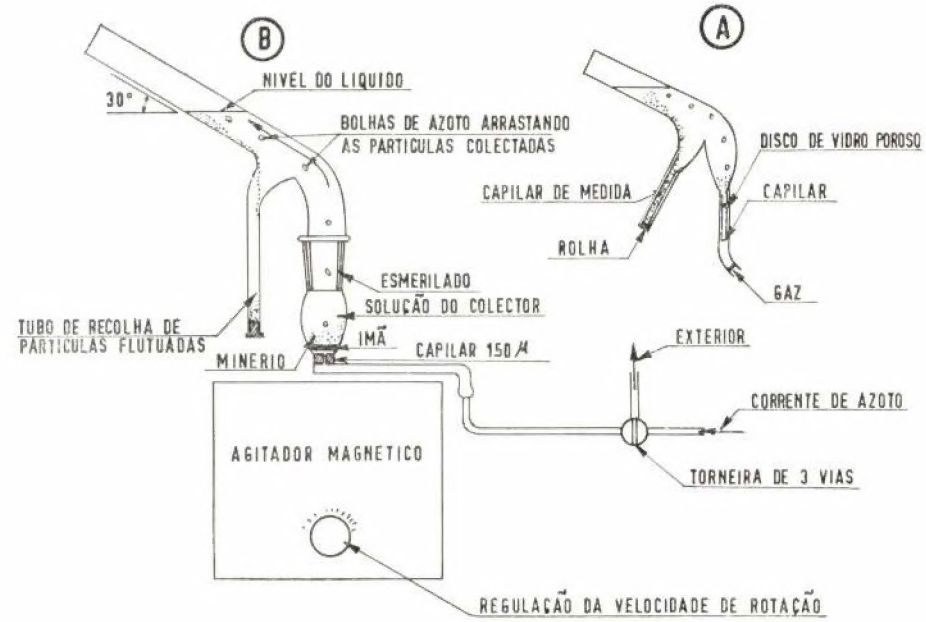
---

([1]) Um dos principais inconvenientes é a variação do nível da polpa, e, portanto, do volume da célula, durante os ensaios; para o obviar, usam-se actualmente células com estabilização automática, por dispositivos de controle quer piezométrico, quer por conductividade eléctrica, que agem automàticamente sobre a válvula de descarga das células laboratoriais mantendo o nível da polpa constante (V. P. Raffinot e V. Formanek, 1963).

Fig. 24, apresentam-se duas variantes, uma segundo W. E. Evers, e a outra, actualmente a mais difundida, segundo D. W. Fuerstenau, P. H. Metzger e G. D. Seele. Em qualquer delas, uma corrente de bolhas gasosas (geralmente ar ou azoto), passando através de um tubo capilar, atravessa o leito do mineral, colocado na parte inferior da célula. O tubo contém uma solução do colector a ensaiar, e as partículas são arrastadas pelas bolhas até à superfície livre; aí, as bolhas rebentam, libertando assim as partículas flutuadas, que mergulham novamente e são recolhidas num tubo lateral.

Como se sabe, um plano de trabalhos factorial consiste na análise da influência de um certo número n de factores numa determinada operação, atribuindo p graus de significação a cada factor. Neste caso geral, são necessários p^n ensaios, correspondentes a todas as possibilidades de combinação dos factores.

Geralmente, pode-se reduzir a três o número de graus de significação, se se sabe que a sua zona de influência admite um máximo ou um mínimo, ou mesmo a dois, se ela for uniformemente crescente ou decrescente, sem pontos de estacionaridade.



(A) — TUBO DE HALLIMOND MODIFICADO POR W. E. EVERS

(B) — CÉLULA HALLIMOND MODIFICADA POR D.W. FUERSTENAU, P.H. METZGER E G.D. SEELE

Fig. 24 — Microcélulas de laboratório

Os parâmetros que se podem variar são o tipo e concentração dos reagentes, o pH da polpa, o tempo de condicionamento, o tempo de flutuação, a agitação da célula e o caudal de gás, além de, evidentemente, as características físicas do minério.

Com este dispositivo, pode-se estudar a recuperação do minério, em função dos parâmetros pertinentes, de modo simples e rápido.

Quando o número de parâmetros a estudar é elevado, usa-se em geral um «plano factorial».

A interpretação dos resultados, em relação a um critério tomado como válido (por exemplo, o rendimento em peso, a recuperação do metal contido, o teor do concentrado, etc.), é feita com base na análise da variância dos resultados obtidos.

A análise da variância permite, quando um fenómeno é sujeito a diversas causas, saber se a acção de uma qualquer dessas causas, ou a interacção de algumas delas, têm ou não uma influência significativa.

Outro tipo de ensaios laboratoriais expeditos frequentemente utilizado, designado por método de «bubble pick-up», e que permite o emprego de quantidades mínimas de mineral e de reagentes, consiste em fazer a flutuação em tubos de ensaio especiais. São normalmente usadas duas técnicas:

Numa, utilizam-se tubos do tipo esquematizado na Fig. 25; a amostra moída do mineral a ensaiar, com cerca de 10 a 50 mg (dependendo do tamanho do tubo) é introduzida neste, juntamente com água, de preferência destilada e de alta pureza química, na quantidade necessária para cobrir a amostra em cerca de 1 a 2 cms.

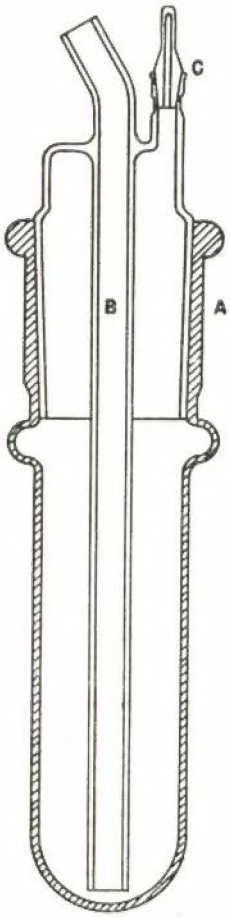


Fig. 25 — Tubo de flutuação para ensaios de «pick-up»

A — Tubo de ensaio
B — Pipeta para introdução do gás
C — Tampa da abertura de saída do gás

Introduzem-se também os reagentes escolhidos, na concentração desejada, e ajusta-se o pH para o valor que se pretende ensaiar. Tapa-se em seguida o tubo com o conjunto superior de que faz parte uma pipeta, cuja boca deve ficar apenas alguns milímetros acima do fundo do tubo, mergulhando portanto na polpa.

Após um pequeno período de ligeira agitação para condicionamento, introduz-se um pouco de ar ou de outro gás pela pipeta (com uma pequena bomba manual, por exemplo), o qual atravessa a polpa sob a forma de bolhas, e observa-se se as partículas minerais são arrastadas pelas bolhas até à superfície, ou se, pelo contrário, não aderem a estas.

A outra técnica, mais simplificada, utiliza vulgares tubos de ensaio, tapados por uma rolha de borracha atravessada por um pequeno tubo que não mergulha na solução.

O condicionamento é feito por agitação forte do tubo durante um período de cerca de 5 a 10 minutos, o qual facilita a dissolução do ar na solução aquosa. Após o condicionamento, o tubo é ligado a uma pequena bomba de vácuo, e o ar dissolvido na solução precipita sob a forma de bolhas, observando-se também se as partículas aderem a estas ou não.

Com qualquer destas técnicas, pode-se fazer um conjunto de ensaios muito ràpidamente, tanto mais que é corrente usar uma série de tubos simultâneamente, variando de um para outro, por exemplo, o tipo ou a concentração do colector ou do modulador, o valor do pH, etc.

Nestes ensaios usando a técnica de «pick-up», é normal apresentar os resultados sob a forma de «áreas de flutuação», isto é, assinalando num diagrama, graduado em função dos valores do pH da solução e da concentração do reagente, se houve ou não flutuação. Os pontos representativos dos ensaios em que houve flutuação são envolvidos por uma linha (muitas vezes, obtida por interpolações, se os ensaios não cobriram toda a gama de valores de pH e de concentrações que interessava estudar), e a área no interior dessa linha é designada por área de flutuação.

Adiante, nas Figs. 30 e 35, apresentam-se exemplos das áreas de flutuação, respectivamente para a magnetite e para a andalusite.

Relação entre o rendimento de flutuação, as propriedades superficiais das partículas e a adsorção dos reagentes

Antes de prosseguir no estudo dos factores que afectam a flutuação, convirá verificar prèviamente se o modelo teórico dos fenómenos que se

passam num sistema em flutuação, e que regem a adsorção dos reagentes, pode ser correlacionado directamente com os resultados das operações de flutuação.

Esta verificação, que será mais pormenorizada nas alíneas seguintes, pode, todavia, ser feita desde já através de um trabalho de D. W. Fuerstenau, que resumiu no gráfico apresentado na Fig. 26 os valores do ângulo de contacto, em graus, do potencial electrocinético, em milivolts, da densidade de adsorção de acetato de dodecilamónio (colector catiónico) na concentração de $7{,}1 \times 10^{-10}$ moles cm^{-2} de camada superficial, em percentagem de uma camada simples, e do rendimento de flutuação, expresso pelo mineral flutuado em percentagem sobre o mineral total; o mineral ensaiado foi o quartzo, e os valores são representados em função do pH.

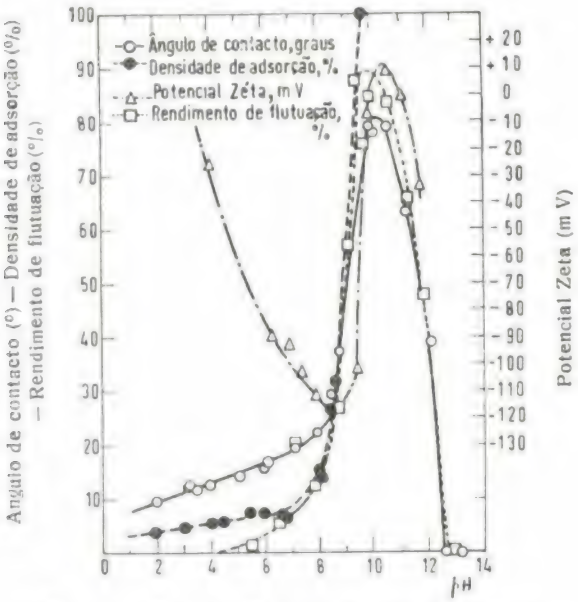


Fig. 26 — Correlação entre ângulo de contacto, densidade de adsorção, potencial zeta e rendimento de flutuação, em função do pH

Os resultados obtidos mostram uma excelente concordância entre as hipóteses teóricas e a experiência. Na realidade, como se pode observar na figura, os máximos do ângulo de contacto e do potencial electrocinético coincidem com bastante precisão com a abcissa correspondente ao preenchimento de uma camada completa de colector adsorvido (100 %) e ao máximo de recuperação do quartzo. A abcissa respectiva situa-se por volta do pH 10 a 10,5 e nota-se também que, para valores de pH superiores, a que corresponderá uma densidade de adsorção maior que 100 %, o sinal do potencial electrocinético inverte-se e o ângulo de contacto e o rendimento diminuem bruscamente, o que poderá ser explicado pela formação de agregados micelares à superfície das partículas.

As curvas apresentadas serão variáveis, como é evidente, com a concentração do colector.

3.2 — Acção do colector

Escolha do colector

O colector, como já se referiu e se justificou, é o principal parâmetro de uma operação de flutuação, condicionando a ligação selectiva dos minerais às bolhas de ar e o seu consequente arrastamento para a superfície da polpa.

Para cada minério, e para determinadas condições de flutuação, a escolha do colector mais apropriado só pode ser feita após criterioso estudo da estrutura e composição química do mineral de valor, das gangas que o acompanham, das suas propriedades superficiais, etc., como se tem mostrado.

Como exemplo de um método de investigação típico, apresenta-se parte de um estudo de I. Iwasaki, S. B. Cooke e Y. S. Kim sobre a flutuação de vários minérios de ferro, em que se aplicam algumas das noções atrás referidas; cingir-nos-emos apenas ao caso de uma magnetite de Port Henry (E.U.A), para simplificação.

O estudo dos potenciais electrocinéticos, por métodos micro-electroforéticos, permitiu traçar a curva M da Fig. 27, na qual se nota que o ponto de carga nula se situa a um pH = 6,5, estando as superfícies das partículas positivamente carregadas para valores de pH inferiores, e negativamente para valores superiores.

Estudou-se a acção de dois colectores, um do tipo aniónico (dodecilsulfato de sódio) e outro do tipo catiónico (cloreto de dodecilamónio).

Como era de esperar, o colector aniónico revelou-se eficaz na zona em que as partículas estão positivamente carregadas, e o catiónico na zona de cargas negativas, consoante se verifica na Fig. 28, em que se apresentam os ângulos de contacto obtidos em função do pH para aqueles colectores.

Na Fig. 29 indica-se a recuperação da magnetite em tubo de Hallimond, em função do pH e

da concentração dos colectores, notando-se que concentrações superiores a 10^{-4} M não beneficiam pràticamente os resultados obtidos.

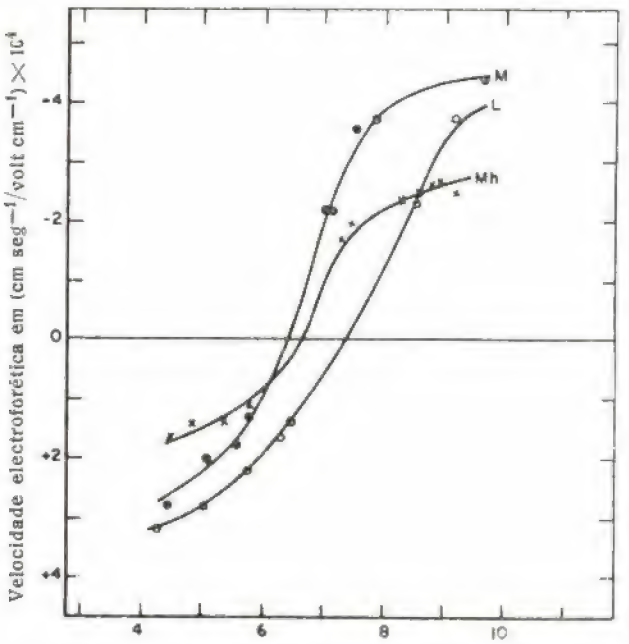


Fig. 27 — Potenciais electrocinéticos da magnetite (M) magemite (Mh) e lepidocrosite (L), em função do pH

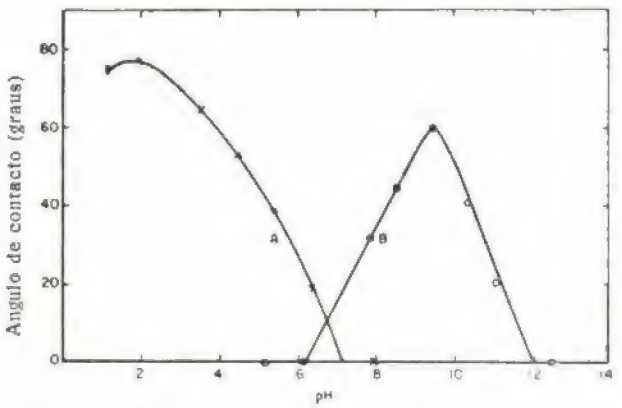


Fig. 28 — Ângulos de contacto da magnetite em função do pH, com dodecilsulfato de sódio (A) e cloreto de dodecilamónio (B) nas concentrações de 10^{-4} M.

Finalmente, na Fig. 30 apresentam-se as áreas de flutuação do minério para os mesmos colectores, obtidos pelo método de ensaios de «pick-up», que confirmam as conclusões anteriores.

Verifica-se assim, com este breve estudo, a coerência do modelo teórico da flutuação desenvolvido, e a possibilidade de nos basearmos no estudo das propriedades superficiais dos minérios, nomeadamente nas propriedades eléctricas, para uma prévia selecção do tipo de colector mais indicado para a sua flutuação.

Evidentemente que, nos casos em que tanto se pode usar um colector aniónico como catiónico, bastando alterar o pH da solução (como no exemplo anterior para a magnetite), a escolha será influenciada, entre outros factores (económicos, por exemplo) pelos minerais ganga que acompanham o minério a flutuar.

Assim, se o minério de magnetite fosse acompanhado, por exemplo, por uma ganga quartzosa (caso bastante vulgar), o tratamento por flutuação poderia ser encarado do seguinte modo:

O quartzo, como se viu na Fig. 17, tem o ponto de carga nula a um pH = 3,7, sendo a carga superficial positiva para valores de pH inferiores e negativa para valores superiores, com o máximo a cerca de pH = 7.

Conjugando estes elementos com os da Fig. 27, parecem possíveis três tipos de tratamento:

a) Flutuação directa: com colector aniónico, com a polpa a um pH compreendido entre os valores 3,7 e 6,5 (os melhores resultados serão provàvelmente obtidos em polpa de pH entre 4 e 5); apenas a magnetite flutuará, não sendo o quartzo colectado.

b) Flutuação directa com depressão do quartzo: com colector aniónico, para polpas de pH inferior a 3,7 (o valor óptimo deverá ser pH = 2, segundo a Fig. 28), ou com colector catiónico, para polpas de pH superior a 6,5 (o melhor valor, segundo a mesma figura, deverá ser cerca de 9,5), e usando em ambos os casos, um depressor para inibir a flutuação do quartzo.

c) Flutuação inversa: com colector catiónico, com a polpa a um pH entre 3,7 e 6,5 (os melhores resultados deverão ser obtidos com pH entre 5 e 6); flutua apenas o quartzo, sendo a magnetite recolhida na polpa afundada.

Poder-se-ia finalmente encarar uma *flutuação inversa com depressão da magnetite* equivalente à solução *b*), que teria, todavia, menor interesse prático.

A escolha entre as várias soluções possíveis para o tratamento (que, eventualmente, seriam complicadas pela presença de outros minerais de valor ou gangas) seria feita com base em considerações de ordem económica e tecnológica (custo dos reagentes, operações de secagem e filtragem posteriores, número de células necessárias para os circuitos, grau de moagem necessário para

individualizar os constituintes a recuperar, etc.), que teriam de ser investigadas num programa prévio de ensaios sobre amostras representativas do minério a tratar.

Efeito semelhante se verifica também em sais de aminas primárias; assim, a concentração mínima de acetato de uma amina primária necessária para flutuar o quartzo, numa polpa de

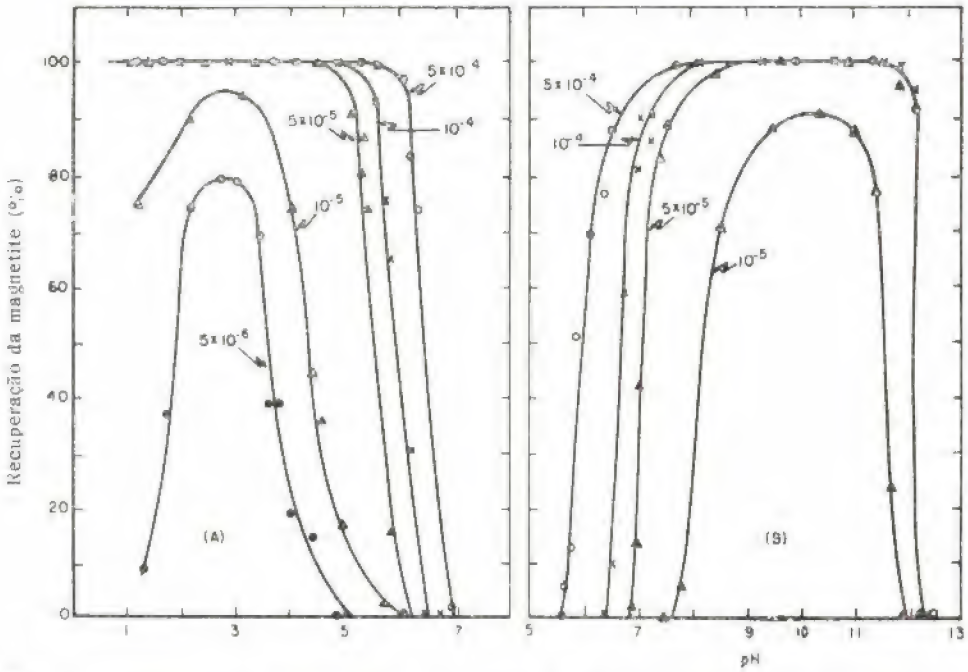


Fig. 29 — Recuperação da magnetite, em função do pH e da concentração do colector, para o dodecilsulfato de sódio (A) e cloreto de dodecilamónio (B)

Influência da cadeia hidrocarbonosa do colector

A escolha do tipo de colector (aniónico ou catiónico) e do valor do pH, todavia, representam apenas um primeiro passo na optimização de uma operação de flutuação. Além de outros factores, que estudaremos no seguimento deste trabalho, há outras considerações relativas à própria selecção do colector que é necessário ter em conta.

Assim, diversos investigadores têm verificado experimentalmente que o comprimento e o grau de saturação da cadeia hidrocarbonosa têm forte influência no poder colector destes reagentes, como já referimos atrás.

Quanto ao comprimento da cadeia, tem-se observado que o poder colector aumenta com ele (até certo limite), tanto para os colectores aniónicos como catiónicos.

Por exemplo, o poder colector dos xantatos em vários sulfuretos, definido pelo ângulo de contacto, varia com o número de átomos de carbono da cadeia de acordo com os valores indicados no Quadro III (segundo Klassen e Mokrousov).

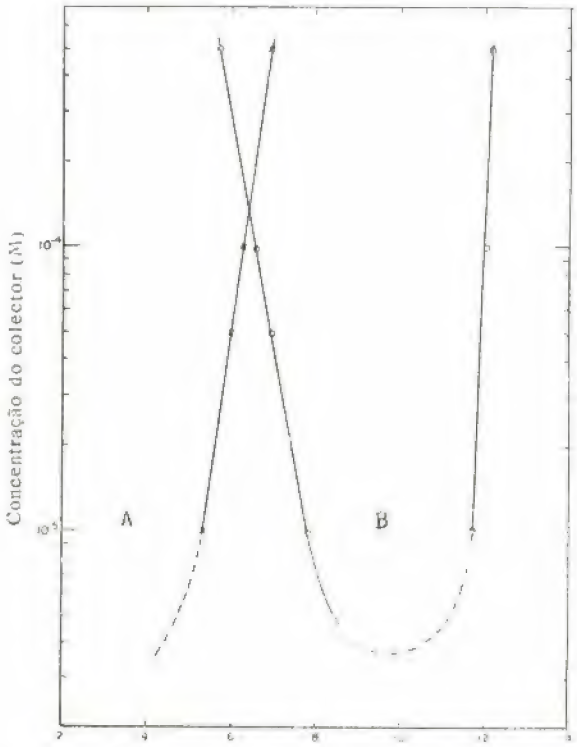


Fig. 30 — Áreas de flutuação da magnetite, com dodecilsulfato de sódio (A) e cloreto de dodecilamónio (B).

QUADRO III

Efeito do número de átomos de carbono da cadeia hidrocarbonosa dos xantatos no ângulo de contacto dos sulfuretos, em graus

Mineral	N.º de átomos de carbono da cadeia hidrocarbonosa					
	1	2	3	4	5	6
Galena	0	59	68	74	88	100
Calcopirite	0	60	69	76	90	94
Bornite	0	60	68	73	86	95
Pirite	0	60	67	74	82	95

pH = 5, por exemplo, varia com o número de átomos de carbono da cadeia hidrocarbonosa da amina, de acordo com os seguintes valores, segundo P.L. de Bruyn (1955):

Colector:	Concentração (moles/litro)
Acetato de octilamónio	6×10^{-4}
Acetato de decilamónio	3×10^{-4}
Acetato de dodecilamónio	4×10^{-5}
Acetato de tetradecilamónio . . .	2×10^{-5}
Acetato de octadecilamónio . . .	10^{-}

D.W. Fuerstenau e outros investigadores verificaram esta propriedade, através do estudo dos potenciais electrocinéticos, para diversos minerais, notando que a concentração do colector correspondente à inversão do potencial (para um dado pH) diminui sistemàticamente com o aumento do comprimento da cadeia hidrocarbonosa.

Todavia, existe um limite para o comprimento da cadeia, pois embora as propriedades hidrófobas cresçam com este, a solubilidade na água diminui, pelo que a eficiência do colector decresce a partir de um valor óptimo, que deve ser estudado para cada caso.

Quanto à saturação da cadeia, também diversos autores (R. T. Hukki, N. Vartiainen, S. B. Cooke, I. Iwasaki, V. Glembotsky, etc.), constataram que a eficiência dos ácidos gordos (colectores aniónicos) aumenta com o número de duplas ligações (não saturação) da cadeia.

S. C. Sun, por exemplo, após um estudo efectuado em 37 minerais, concluiu que o poder colector dos ácidos gordos com 17 átomos de carbono crescia na ordem seguinte: ácido esteárico ($C_{17}H_{35}.COOH$), ácido oleico ($C_{17}H_{33}.COOH$), ácido linoleico ($C_{17}H_{31}.COOH$), ácido linolénico ($C_{17}H_{29}.COOH$) e ácido ricinoleico ($C_{17}H_{33}O.COOH$.)

P. Kivalo e Lemusvaara admitem que o aumento da eficácia dos ácidos gordos com a menor saturação da cadeia pode ser devido a uma diminuição do grau de hidrólise do colector, a um aumento da concentração crítica de formação de agregados micelares, ou a um aumento da área da secção das moléculas colectoras. Contudo, este fenómeno não está ainda convenientemente esclarecido, exigindo um estudo mais aprofundado.

Associação de colectores

Recentemente, tem-se investigado também o emprego de misturas de colectores para a flutuação de diversos minerais, e os resultados dos ensaios realizados mostram que a combinação de dois (ou mais) colectores favorece notàvelmente, em certos casos, o rendimento de flutuação.

Assim, segundo os estudos de V. A. Glembotsky, misturas de um colector forte e de um colector fraco, do mesmo tipo, podem conduzir a melhores resultados do que um único colector forte, em condições similares.

Em regra, os melhores rendimentos foram obtidos quando os colectores diferiam um do outro quer na composição, quer na estrutura; este efeito é mais evidente, contudo, com pequenas concentrações de reagentes. Assim, a mistura de um xantato e de um ditiofosfato parece particularmente eficaz para a flutuação de grande número de sulfuretos.

Aquele autor explica esta maior eficácia pelo aumento da densidade da camada de colectores e pela maior rapidez da sua formação. Como já se referiu, a heterogeneidade das superfícies das partículas provoca uma distribuição não uniforme dos colectores adsorvidos; com as misturas de colectores, consegue-se uma adsorção diferencial, sendo um colector adsorvido nalgumas zonas, e o outro noutras de características electro-químicas diferentes.

M. H. Buckenham e J. H. Schulman foram mais longe ainda, e propõem o emprego de misturas de um colector aniónico com um colector catiónico.

Estes autores estudaram a acção de combinações de xantatos com sais de aminas, concluindo que, desde que as cadeias hidrocarbonosas tenham um comprimento suficiente, estas misturas podem aumentar o rendimento da flutuação, e explicam este efeito através de uma maior interacção entre as cadeias, que facilitaria a adsorção. O mecanismo proposto para a adsorção está representado esquemàticamente na Fig. 31, para os casos do quartzo e de um sulfureto. Note-se que estas misturas de colectores de tipos diferentes têm a desvantagem de não poderem ser usadas em flutuação selectiva, a não ser com o auxílio de depressores.

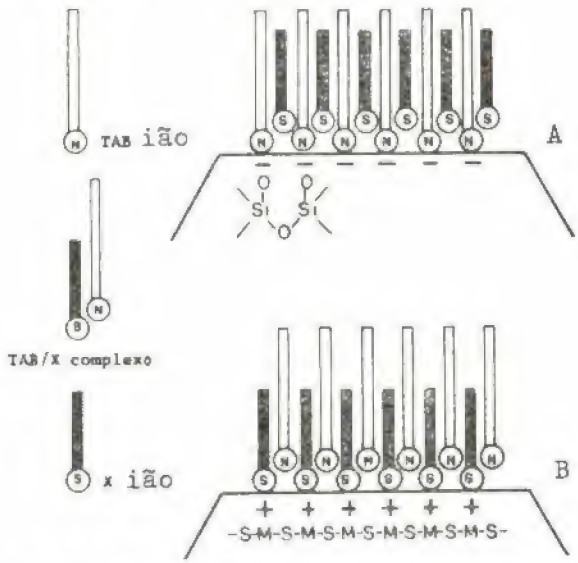


Fig. 31 — Associação de colectores à superfície do quartzo (A) e de um sulfureto metálico (B)
TAB — Brometo de trimetil-amónio. X — Xantato

Todavia, as combinações de colectores — constituindo na maioria dos casos, não uma simples mistura, mas um novo reagente de propriedades colectoras mais eficazes — têm elevada importância prática quer para aumentar o rendimento de algumas operações de flutuação difíceis, quer para diminuir os custos do tratamento, pois podem permitir a substituição de um reagente caro por uma mistura de dois reagentes mais baratos, sem alteração dos resultados da flutuação, merecendo, sem dúvida, uma investigação mais pormenorizada que só muito recentemente se começou a esboçar.

Concentração do colector

Já referimos a influência da concentração do colector na sua adsorção, e verificámos que o ângulo de contacto (e, portanto, o rendimento da flutuação) aumenta com essa concentração, como se nota na Fig. 14.

Contudo, importa referir que, a partir de certo valor, o aumento da concentração deixa de ter acção útil na flutuação, podendo mesmo passar a ter efeito nocivo.

Na Fig. 32 mostra-se a relação entre o rendimente da flutuação, a adsorção de um colector (etil-xantato) na blenda, e a concentração desse colector, verificando-se que, embora a adsorção cresça proporcionalmente à quantidade empregada, a recuperação, a partir de certo valor (200 mg g^{-1}) não é aumentada pela adição do colector.

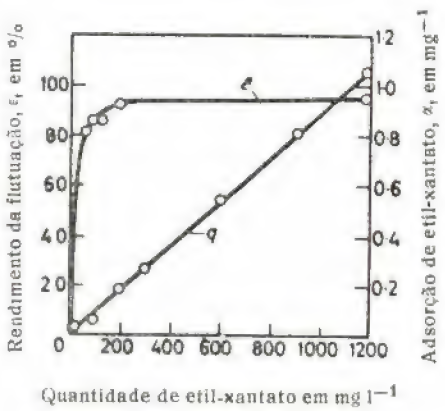
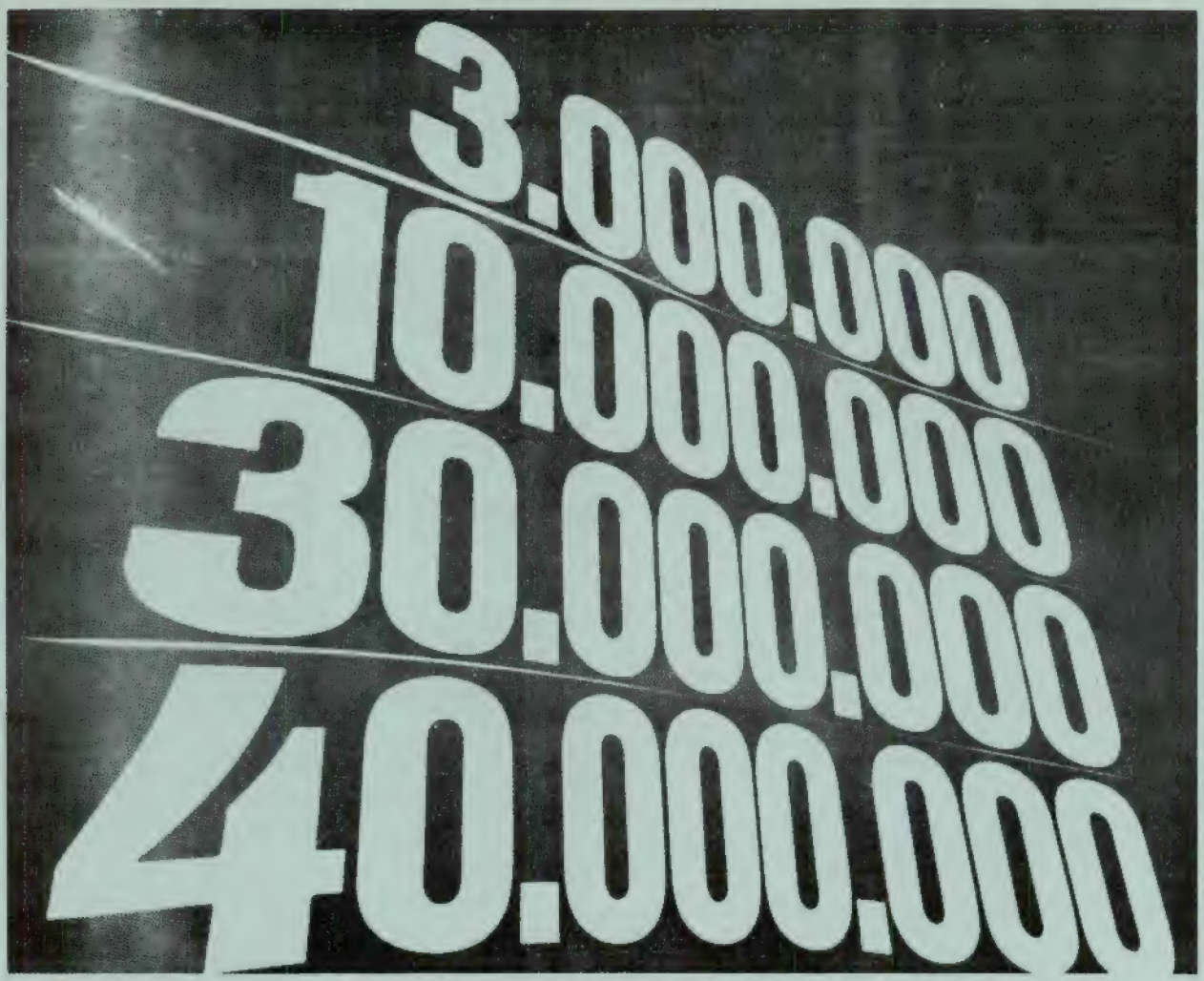


Fig. 32 — Relação entre a flutuação da blenda, a adsorção do colector, e a quantidade de colector

Como já se mencionou, nota-se até, por vezes, que uma quantidade excessiva de colector baixa o rendimento da operação, devido principalmente à formação de precipitados hidrófobos, insolúveis e finamente dispersos com os iões da superfície do mineral, que reduzem o volume específico e a estabilidade das espumas, favorecendo a coalescência das bolhas na polpa.

Segundo B. V. Derjaguin, A. K. Livshitz e S. V. Dudenkov, a acção destes precipitados manifesta-se pela formação de películas hidrófobas aderentes às bolhas que se rompem fàcilmente quando estas se encontram, provocando a coalescência. Para restabelecer a estabilidade das espumas, é necessário aumentar (por vezes fortemente) a adição do espumante, ou juntar reagentes para dissolverem os precipitados.

Outro efeito nocivo da concentração excessiva de colector, especialmente importante com os rea-



dist. Belarte

A duração mecânica, do contactor AEG aumenta a confiança no seu automatismo

AEG

Em todos os sistemas de comando de certa envergadura, são necessários contactores para estabelecer ligações, encravamentos e ligação de pequenos motores. A estes contactores exige-se duracão mecânica e uma confiança extremas.

A AEG constrói, pois, contactores de comando e de potência, excitados por corrente alterna, com uma duração mecânica nominal de 30 milhões de operações.

Segundo as normas VDE 0660, os dados relativos a durações mecânicas merecem uma confiança de 90 %. Consequentemente, se se utilizar somente uma duração mecânica de 10 milhões de operações, consegue-se uma confiança de pelo menos 99 %, o que se pode classificar como, extraordinário.

Os contactores da AEG possuem par cada caso a duração mecânica conve niente

Contactores L	Classe D3	3 milhões	
» LS	» E3	10	»
» LS/E3	» E3	30	»
» excitados por corrente contínua até 40 milhões			

A AEG está sempre, com prazer, ao vi dispor para quaisquer esclarecimentos.

em toda a parte aparelhagem de corte AEG *

* um sinal de progresso, segurança e confiança

AEG-LUSITANA DE ELECTRICIDADE

Dupuy-Compton QTP 015 bis

4ª QUINZENA TÉCNICA DE PARIS

MAIO DE 1968

encontro de técnicas de todo o mundo

apresentadas em 5 modalidades

- SALÃO INTERNACIONAL DE QUÍMICA
  24 Maio - 1 Junho
  Encontro de químicos do mundo inteiro e de industriais tributários da química.

- EXPOMAT 68
  16 - 26 Maio
  Salão Internacional de Material para obras públicas e construção.

- BIENAL DE EQUIPAMENTO ELÉCTRICO
  20 - 30 Maio
  Materiais eléctricos e electrónicos industriais.

- EUROPAIN 68
  18 - 30 Maio
  Material de Panificação, Pastelaria e Biscoitaria.

- FEIRA DE PARIS
  18 Maio - 3 Junho
  Equipamentos - Pavilhões estrangeiros e secções especializadas - artigos de consumo.

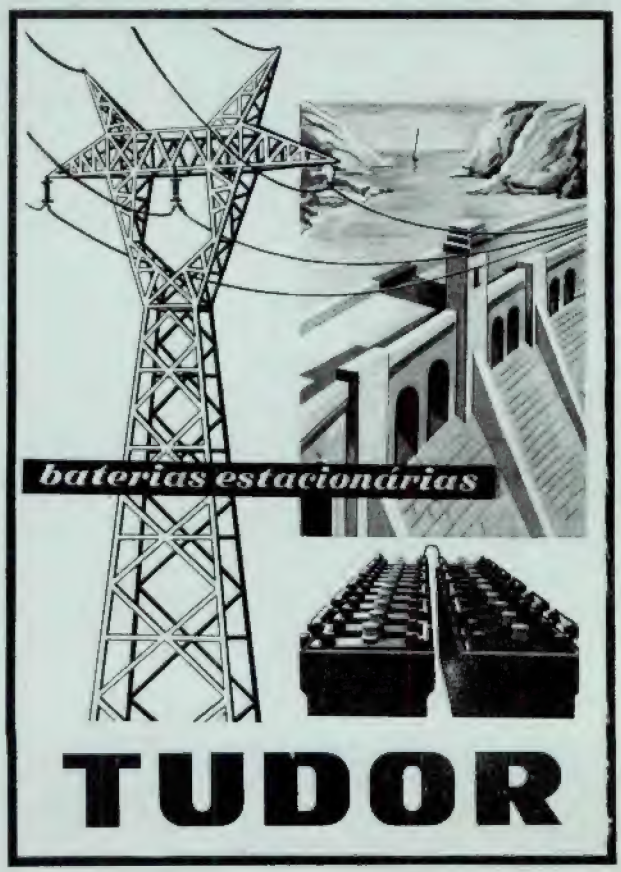
Para qualquer informação:
QUINZAINE TECHNIQUE DE PARIS
49, rue de Tocqueville - 75 - Paris 17ème
e aos Conselheiros e Adidos comerciais da Embaixada de França.

confiança para a construção com

materiais novobra

pavimentos
em betão pré-esforçado
(homologados pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil)

SOCIEDADE DE PRÉ-FABRICAÇÃO E OBRAS GERAIS NOVOBRA, LDA.
AV. EST. UNIDOS DA AMÉRICA, 100 - 5.º D.º - TEL. 774832 / 771603 - LISBOA 5



gentes de cadeia hidrocarbonosa longa, é a formação de agregados micelares com os grupos polares invertidos, que já referimos, e que diminuem a hidrofobia da superfície das partículas.

Deve, portanto, existir uma concentração óptima que é necessário estudar para cada caso, variável com as condições da flutuação (pH e diluição da polpa, calibre das partículas a flutuar, emprego de moduladores, etc.).

Esse estudo poderá ser prèviamente feito através de gráficos traduzindo a variação do ângulo de contacto com a concentração, para vários valores de pH, através de ensaios em tubo de Hallimond ou por ensaios de «pick-up», etc. Também um gráfico da variação dos potenciais electrocinéticos com a concentração permite calcular a quantidade óptima de colector, pela abcissa correspondente a um ponto de estacionaridade, ou ao ponto a partir do qual a curva segue um andamento horizontal assintótico, revelando que um aumento de concentração baixa o valor absoluto da carga superficial das partículas ou, pelo menos, não contribui para o aumentar.

Cinética da adsorção dos reagentes. Tempo de condicionamento

A velocidade de adsorção dos reagentes regula um dos parâmetros essenciais das operações de flutuação, o chamado «tempo de condicionamento», durante o qual a polpa é homogeneizada e misturada com a solução dos reagentes (sem espumante) — normalmente por agitação em condicionadores ou, em ensaios laboratoriais, na própria célula de flutuação com a entrada de ar fechada — de modo a assegurar que todas as partículas possam ser contactadas pelos reagentes e que estes possam ser adsorvidos à sua superfície.

Diversos investigadores têm procurado calcular expressões gerais válidas para a cinética da adsorção; no entanto, nenhuma foi ainda unânimemente aceite como válida para todos os casos.

A título de exemplo, apresentam-se as equações deduzidas por O. S. Bogdanov e A. K. Podnek, que concordam satisfatòriamente com os resultados dos ensaios a que estes autores procederam.

Distinguem-se dois casos: para camadas monomoleculares simples, quando a densidade média da camada adsorvida ainda não atingiu o valor correspondente à camada completa, a velocidade de adsorção é proporcional à concentração do reagente existente na polpa e à grandeza da superfície das partículas ainda não colectada; ou seja:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = K\,(1-x)\,(C-x)$$

Sendo: x — a quantidade do reagente adsorvido no instante *t*, em relação à quantidade correspondente à adsorção de uma camada completa.
C — a quantidade inicial de reagente.
K — constante experimental, função do pH e da temperatura da polpa, etc.

Para camadas múltiplas, a velocidade de adsorção é determinada pela interacção do reagente com a camada superficial, e também pela taxa de difusão do reagente através das camadas já adsorvidas; contudo, para altas densidades das camadas adsorvidas, a velocidade de difusão é bastante menor que a velocidade de adsorção, e então pode admitir-se como válida, em primeira aproximação, a expressão:

$$\frac{dx}{dt} = K\,\frac{1-x}{x}$$

Apesar do interesse teórico destas expressões e de outras semelhantes, na prática o tempo óptimo de condicionamento deve ser determinado por meio de ensaios prévios, por exemplo em colunas de adsorção, sem esquecer que ele é em geral variável com o pH e temperatura da polpa, concentração dos reagentes presentes (incluindo os moduladores), etc.

Estabilidade dos reagentes adsorvidos; remoção dos reagentes

Finalmente, interessa frizar que os resultados da flutuação dependem, em grande parte, da estabilidade física e química das camadas de colector adsorvidas na superfície do mineral. Para que a flutuação tenha bom rendimento é necessário, na maioria dos casos, a existência de camadas estáveis, cujas condições de formação, aliás, já referimos.

Todavia, nalguns casos de flutuações selectivas com uso de depressores em operações posterio-

res, a presença de camadas demasiado estáveis pode ser indesejável.

Normalmente, a remoção dos colectores faz-se por lavagens com reagentes seguidos de filtragem; contudo, quando a estabilidade das camadas é muito alta, tem de se recorrer a outros métodos. V. A. Glembotsky preconiza para a remoção de colectores fortemente adsorvidos, o emprego de ultra-sons, altas temperaturas, correntes eléctricas de alta frequência e processos de abrasão mecânica, para os casos em que as lavagens não sejam eficazes.

3.3 — Acção do espumante

Já se referiu sumàriamente em 2.1 qual a acção do espumante nas operações de flutuação. Este reagente, cuja importância é normalmente desprezada na prática industrial, tem funções múltiplas, de que se destacam as seguintes, segundo V. I. Klassen V. A. Mokrousov:

- aumentar a dispersão do ar, produzindo mais bolhas;
- impedir a coalescência das bolhas;
- retardar a sua progressão, diminuindo-lhes a velocidade ascencional;
- aumentar a estabilidade das espumas;
- eventualmente, influindo na própria acção do colector.

Os quatro primeiros efeitos devem-se à concentração diferencial do colector nas interfases gás-líquido, onde as moléculas se distribuem orientadas com o grupo não polar dirigido para o interior das bolhas, consoante o esquema apresentado na Fig. 15. Esta concentração diferencial tem por consequência um abaixamento da tensão superficial ar-líquido, que favorece a dispersão, ficando, no entanto, a superfície das bolhas rodeada de uma película elèctricamente carregada de modo uniforme, que impede a sua coalescência.

O grupo não polar é constituído por uma cadeia hidrocarbonosa, verificando-se que o poder espumante cresce, em geral, com o comprimento da cadeia até certo valor, a partir do qual baixa devido à diminuição da solubilidade do espumante.

O quinto efeito é devido às interacções entre as moléculas do colector e do espumante na interfase sólido-gás. J. Leja e J. Schulman, que estudaram detalhadamente estas interacções, verificaram que a ligação das partículas às bolhas pode ser reforçada e acelerada pela presença do espumante, e interpretaram tal facto como sendo devido à formação de agregados paralelos entre as moléculas do colector e do espumante — que aumentam a hidrofobia das partículas—por atracção entre as cadeias hidrocarbonosas.

Influência do tamanho e caudal das bolhas de ar

A dimensão das bolhas de ar tem também influência no rendimento das operações de flutuação, não só no arrastamento das partículas para a superfície, mas também na própria aderência a estas.

Concluiu-se experimentalmente que existe, em geral, uma relação óptima entre os diâmetros das partículas e das bolhas, verificando-se que, mesmo com pequenos ângulos de contacto, as partículas finas só aderem às bolhas pequenas, enquanto que as partículas graúdas já aderem às bolhas grandes.

Esta constatação, exemplificada na Fig. 33 para partículas de fluorite de diferentes calibres, vem apoiar a importância da escolha criteriosa do tipo e quantidade de espumante a usar numa

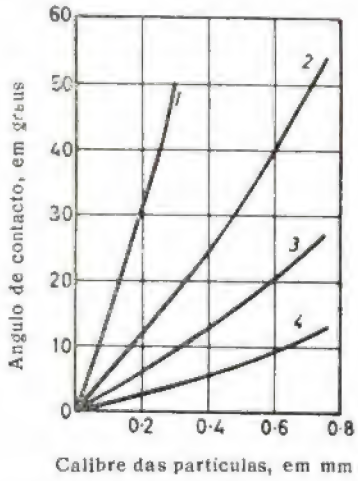


Fig. 33 — Gráfico da variação do ângulo de contacto de partículas de fluorite com bolhas de vários diâmetros

Legenda:

Diâmetros das bolhas

1 — 0,4 mm
2 — 1,0 mm
3 — 2,0 mm
4 — 5,0 mm

operação de flutuação, pois é através destes parâmetros que se pode variar a dimensão das bolhas de ar.

A quantidade de bolhas deve também ser regulada (por meio da válvula de admissão do ar na célula) em função da granulometria do minério e diluição da polpa, como veremos adiante.

3.4 — Modulação da flutuação; acção dos activadores e depressores

A activação e a depressão dos minerais têm por objectivo, como se sabe, reforçar ou inibir a flutuação de certos minerais já sob a acção dos colectores.

Como se referiu em 2.1, não há distinção rígida entre os reagentes activadores e os depressores, pelo que actualmente há tendência a designá-los por reagentes moduladores; são em geral reagentes inorgânicos, visto não se destinarem a tornar hidrófoba a superfície dos minerais, mas sòmente regularem (ou modularem) a adsorção do colector, permitindo tornar a flutuação selectiva.

O mecanismo da modulação por iões inorgânicos tem sido intensamente estudado nos últimos 30 anos por inúmeros investigadores, existindo uma imensa informação experimental que não está ainda devidamente classificada e sistematizada.

Contudo, muito recentemente, P. Blazy e R. Houot examinaram cerca de 200 trabalhos publicados e tentaram sintetizar as conclusões obtidas, agrupando os modos de acção dos moduladores em três categorias:

a) uma acção de trocas entre os iões moduladores e os iões superficiais dos cristais, sujeita às leis da substituição isomórfica, que facilita ou impede a posterior adsorção do colector;

b) uma acção baseada na formação de cristais mistos, ligada às leis da epitaxia, com igual consequência;

c) uma acção química dos iões moduladores quer sobre o cristal, provocando uma dissolução contínua da superfície deste, e criando assim uma interfase fluida irregular sobre a qual o colector não se pode fixar (ou inversamente, estabilizando a superfície), quer sobre o colector, originando a formação de um complexo orgânico-metálico podendo ter uma ligação forte com o cristal, do tipo iónico ou covalente.

Segundo aqueles autores, estas três categorias permitem explicar a quase totalidade dos exemplos de modulação analisados. Assim, para os sulfuretos, a substituição iónica explicaria 67 % dos casos, e a epitaxia a maior parte dos restantes 33 %; para os óxidos (incluindo o quartzo), a substituição iónica e a acção química justificam 83 % dos casos, e para os silicatos e restantes sais, também as trocas iónicas explicam 90 % dos casos de adsorção de catiões, e 100 % dos exemplos de adsorção de aniões.

Apresentam-se em seguida alguns exemplos típicos daqueles modos de acção.

Modulação por substituição isomórfica de iões

Como se referiu, este é o tipo de modulação mais comum, permitindo explicar, segundo P. Blazy, cerca de 75 % da totalidade dos casos citados na literatura.

O seu mecanismo é o seguinte: os iões activadores substituem isomòrficamente os correspondentes iões da superfície do mineral, reagindo depois com os iões activos do colector e facilitando a sua adsorção química; por outro lado, os iões depressores substituem também os correspondentes iões superficiais mas, por não terem afinidade química com os iões activos do colector, impedem a sua adsorção.

Note-se que a depressão pode ser possível sem inibição total da adsorção do colector, nem remoção deste: como se viu atrás, a quantidade de colector adsorvida é normalmente muito inferior a uma camada monomolecular (pode atingir só 5 %), pelo que a adsorção do depressor nos locais vagos pode aumentar a carga superficial das partículas, e portanto a sua hidratação, requerendo maior concentração do colector para conconseguir idêntica flutuação.

Como exemplo de activação deste tipo, citaremos a activação da Blenda pelo Cu^{+2}.

O raio iónico do Zn^{+2} é 0,74 Å, e o do Cu^{+2} é 0,70 Å: trata-se, portanto, de uma substituição isomórfica. Os produtos de solubilidade do S Zn e S Cu são respectivamente, 7×10^{-26} e 8×10^{-37}. Isto é, o equilíbrio da reacção:

$$S\,Zn + Cu^{+2} \rightleftarrows S\,Cu + Zn^{+2}$$

será atingido para uma relação de concentrações:

$$\frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^{+2}]} = \frac{7 \times 10^{-26}}{8 \times 10^{-37}} \simeq 9 \times 10^{10}$$

Quer dizer, o Cu^{+2} tem grande afinidade para a superfície da blenda, e substituirá o Zn^{+2} na superfície daquela sempre que a sua concentração na solução for superior a cerca de 10^{-11} vezes a concentração deste [1], o que sucederá normalmente.

Pretendendo-se inibir a activação, bastará juntar um reagente complexante do cobre, por exemplo, um cianeto.

Como exemplo de depressão deste tipo, cita-se a depressão dos sulfuretos metálicos pelo anião SH^-. Segundo I. W. Wark e A. B. Cox, para contrabalançar a acção de 25 mg/l de etilxantato de potássio, com pH sensìvelmente neutro, bastam as seguintes concentrações de SH^- (em mg/l):

Galena	0,007
Calcopirite	0,3
Bornite	1,3
Covelite	1,7
Pirite	2,5
Calcosite	6,4

O ião SH^- aumenta a hidratação da superfície das partículas, contrariando a acção colectora do xantato.

Modulação por formação de cristais mistos

Quando as dimensões iónicas dos iões superficiais e moduladores não permitem a sua substituição por isomorfismo, P. Blazy sugere que a modulação é feita através da formação de cristais mistos, sujeita às leis da epitaxia (já atrás referidas) sobre os quais é adsorvido o colector.

Como exemplo deste caso, apresenta aquele autor a activação da blenda por sais de prata, estudada por A. M. Gaudin, D. W. Fuerstenau e outros, em que estes investigadores notaram que o ião Ag^+ entra àvidamente em acção com a blenda, desde que se forme uma primeira camada monomolecular superficial; a reacção da prata continua então, até formar um revestimento equivalente a 15 ou 20 camadas de adsorção, enquanto que com outros iões (por exemplo, o cobre), se forma apenas uma primeira camada de adsorção irregular [2].

Se se examinarem as possibilidades de epitaxia que possui a prata para se fixar sobre a face (110) da blenda (que é, conforme estudos estatísticos feitos, a produzida com maior frequência durante a moagem), constata-se que o motivo cristalográfico da argentite (sulfureto de prata) segundo a face (110) corresponde ao motivo da blenda (sulfureto de zinco) segundo a mesma face, com uma tolerância inferior a 5 % em duas direcções perpendiculares.

É, portanto, possível que após a formação da primeira camada epitáctica, se possa desenvolver um revestimento sólido importante, sobre o qual é adsorvido o colector.

Como exemplo de acção depressora, cita-se igualmente a acção do Cd^{+2}, (de raio iónico 0,97 Å), por exemplo sobre a mesma blenda, explicável de modo análogo ao anterior.

Modulação por acção química

Para exemplificar a activação por acção química do ião sobre o colector, referiremos a activação do quartzo por iões metálicos (Fe^{+3}, Al^{+3}, Pb^{+2}, Mn^{+2}, Ba^{+2}, Mg^{+2}, Ca^{+2}, Ni^{+2}, Zn^{+2}, Cu^{+2} Cd^{+2}, etc.), quando flutuado com colectores aniónicos (oleatos, alquilosulfatos, sulfonatos).

Os ensaios efectuados por M. C. Fuerstenau, C. C. Martin e R. B. Bhappu permitiram verificar que a acção activadora se exerce desde que o pH permita a hidrólise do catião.

Exemplificando: a flutuação do quartzo, colectado por um sulfonato de sódio a 5×10^{-5} M e activado por Cl_3Fe a 2×10^{-4} M, verifica-se na zona de pH compreendida entre 2 e 3,5. Para valores de pH inferiores, o ferro existente na solução está sob a forma $Fe(OH_2)_6^{+3}$, que reage com o colector dando o sulfonato férrico $Fe(RSO_3)_3$; este complexo, muito pouco solúvel, e mobilizando grande parte dos iões sulfonato, deprime a flutuação.

Para polpas com pH dentro daquela zona, predominam os compostos $Fe(OH_2)_4(OH)_2^+$ e $Fe(OH_2)_5(OH)^{+2}$, que reagindo com o colector, dão os hidroxilsulfonatos férricos $Fe(RSO_3)(OH)_2$

---

(1) Note-se que, rigorosamente, haveria que considerar também a existência, sempre possível, de iões Cu^+. A relação de concentrações seria, neste caso:

$$\frac{[Zn^{+2}]}{[Cu^+]^2} = \frac{7 \times 10^{-26}}{12 \times 10^{-49}} \simeq 6 \times 10^{24}$$

(2) Note-se que a substituição não poderá ser isomórfica, pois o raio iónico da Ag^+ é 1,13 Å e o do Zn^{+2}, como se referiu, é 0,74 Å.

e Fe $(RSO_3)_2$ (OH), colectores mais activos que o sulfonato de sódio, em que o oxidrilo faz a ligação à superfície das partículas.

Finalmente, sendo o pH superior àqueles valores, predomina na solução o composto Fe $(OH_2)_3$ $(OH)_3$, que não reage com os iões sulfonatos e não tem, portanto, acção activadora.

Este esquema é válido para outros catiões e outros colectores, variando apenas a zona de pH de activação, consoante o produto de solubilidade dos hidróxidos dos catiões e a concentração destes [1].

Na Fig. 34 apresenta-se um exemplo da acção do ião Fe^{+3}, com concentração de 75 mg/l, na flutuação em tubo de Hallimond do quartzo, da albite e do berilo, sendo colector o oleato de sódio a 400 mg/l. Note-se a depressão registada

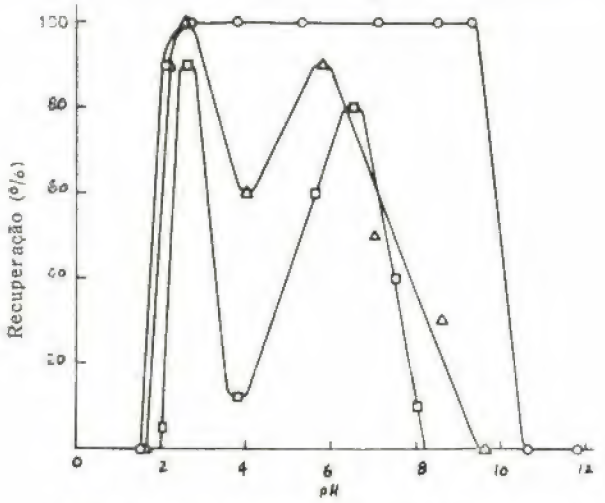


Fig. 34 — Efeito do ião Fe^{+3} como activador dos silicatos

Colector: Oleato de sódio (400 mg/l)
Activador: Sulfato férrico (75 mg/l)

Legenda:
O Berilo
Δ Quartzo
□ Feldspato

para o pH de cerca de 4, devido possìvelmente à formação de oleato férrico em forma coloidal, que flocula a pH ≃ 4, o que só não tem influência na recuperação do berilo por ser o único dos três minerais que já flutuava mesmo sem activador.

(1) Por exemplo, a activação do sulfonato com iões Pb^{+2} verifica-se com o pH compreendido entre 6,5 e 11,5 sendo o complexo adsorvido Pb(RSO_3) (OH).

Como exemplo para a depressão por acção química, P. Blazy, R. Houot e J. Casés, atribuem a acção do bicromato de potássio como depressor da barita, à mobilização do bário sob a forma de cromato de bário, o que provoca um aumento da solubilidade superficial do minério, e inibe a adsorção de sais de ácidos gordos.

Escolha do modulador

Quando se pretenda fazer flutuação selectiva, com activação ou depressão de um ou vários dos minerais presentes na polpa, o emprego de reagentes moduladores é quase sempre necessário, e a sua escolha deve atender às condições atrás enunciadas; isto é, devem possuir um ião com raio iónico semelhante a um ião correspondente da superfície do mineral, e que tenha grande (no caso da activação) ou reduzida afinidade química (no caso da depressão) com a parte activa do colector; ou devem ter possibilidade de formar uma estrutura epitáctica sobre a superfície do mineral, onde seja mais fácil (activação) ou mais difícil (depressão) a fixação do colector; ou devem formar um complexo com o colector que seja mais prontamente adsorvido pelo mineral (activação), ou ainda possam provocar uma dissolução da superfície das partículas que impeça a adsorção do colector (depressão).

Atendendo a este conjunto de condições, é relativamente fácil seleccionar o reagente mais apropriado para a modulação de uma determinada operação de flutuação, exigindo-se apenas alguns conhecimentos de Cristaloquímica e de Química Geral para uma prévia escolha dos iões com maior probabilidade de terem acção moduladora.

A selecção definitiva deverá ser feita após ensaios laboratoriais, atendendo aos factores económicos e tecnológicos habituais.

Modulação dos silicatos (exemplo de investigação)

Como último exemplo, apresentamos um resumo de um estudo que estava a ser realizado no Laboratório de Warren Spring, sob a direcção de A. S. Joy, D. Watson, e R. Manser, na altura da nossa missão de estudo a esse laboratório, e que tem a vantagem suplementar de ilustrar a aplicação do método de «pick-up» já citado.

Pretendia-se com aquele trabalho investigar a influência da estrutura interna dos silicatos na sua flutuabilidade. Escolheram-se alguns silicatos

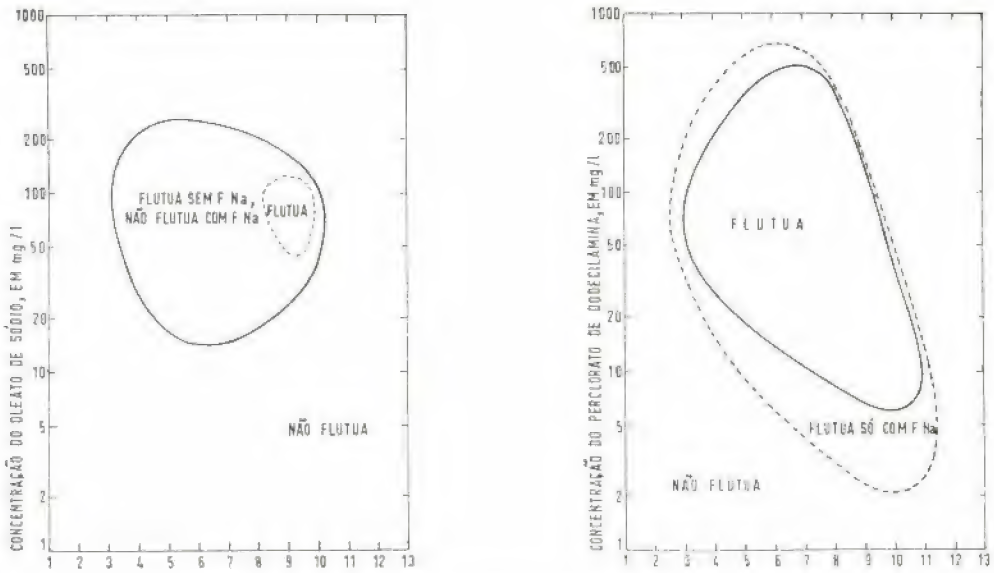


Fig. 35 — Áreas de flutuação da andalusite

representativos dos seis grupos estruturais clássicos, e investigou-se a acção de um colector aniónico (oleato de sódio) e um catiónico (perclorato de dodecilamónio). Em virtude de o anião F^- ser normalmente considerado um modulador importante dos silicatos, estudou-se também a acção do fluoreto de sódio; o seu efeito activador ou depressor foi avaliado pelo aumento ou diminuição das áreas de flutuação, no habitual diagrama pH *versus* concentrações.

A título exemplificativo, apresentam-se na Fig. 35 as áreas de flutuação da andalusite com aqueles colectores, indicando-se a acção do fluoreto nos dois casos.

No Quadro IV, resumem-se os resultados de alguns ensaios realisados, indicando-se a acção dos colectores e os efeitos do modulador para valores médios do pH da polpa.

Embora os ensaios não tivessem ainda terminado, e a complexidade dos resultados já obtidos obrigasse a um esforço interpretativo grande, a análise das áreas de flutuação e do Quadro IV permite formular desde já as seguintes conclusões:

1) Os silicatos de estruturas tridimensionais, como o quartzo e a albite, flutuam com o perclorato de dodecilamónio, mas não com o ácido oleico (só activados por catiões metálicos);

2) Os silicatos dos outros grupos estruturais flutuam com ácido oleico (excepção: a hornblenda), sendo, com este colector, deprimidos pelo fluoreto de sódio; a acção do dodecilamónio é variável sobre estes minerais, podendo em geral ser activados pelo ião fluoreto.

Esta diferença de comportamento pode ser explicada pelos diferentes tipos de superfícies produzidas nas partículas minerais durante as operações de moagem, e originadas nas respectivas estruturas internas.

Assim, as estruturas em redes tridimensionais (tectossilicatos) só podem ser partidas quebrando as ligações Si — O dos tetraedros, o que origina o aparecimento, à superfície das partículas, de iões $\equiv Si - O^-$ (v. Fig. 16).

As outras estruturas em tetraedros isolados, grupos, cadeias, anéis ou planos de tetraedros, são mais fàcilmente quebradas pelas ligações entre os tetraedros, mais fracas, mantendo-se estes intactos. Deste modo, a cominuição das partículas produzirá superfícies onde predominam os catiões (Be^{+2}, Al^{+3}, Mg^{+2}, Fe^{+3}, Ca^{+2}, Zr^{+2}, etc.)

Nestas superfícies, ricas em catiões e, portanto, ávidas de electrões, a fixação dos colectores aniónicos estará facilitada, enquanto os colectores catiónicos serão repelidos. Também a adsorção dos iões F^- do fluoreto de sódio, formando agrupamentos moleculares com os catiões superficiais, fecha a superfície das partículas à adsorção dos colectores aniónicos, dando portanto um efeito depressor.

QUADRO IV

Flutuação dos Silicatos

Mineral	Estrutura (1)	Ácido Oleico		Perclorato de Dodecilamónio	
		Simples	Efeito do F Na	Simples	Efeito do F Na
Olivina	Nesossilicato	Flutua	Depressor	Não flutua	Activador
Andalusite	Nesossilicato	Flutua	Depressor	Flutua	Activador
Berilo	Ciclossilicato	Flutua	Depressor	Não flutua	Activador
Espodumena	Inossilicato (cad. simples)	Flutua	Depressor	Flutua	Sem efeito
Riebequite	Inossilicato (cad. dupla)	Flutua	Depressor	Flutua	Activador
Quartzo	Tectossilicato	Não flutua	Sem efeito	Flutua	Depressor para pH 4-10
Albite	Tectossilicato	Não flutua	Sem efeito	Flutua	Activador para pH 3-7 Depressor para pH 7-11

(1) Não obtivemos resultados de ensaios de Sorossilicatos nem de Filossilicatos.

Por outro lado, nas estruturas tridimensionais, a criação de superfícies activas ricas em aniões, permite a fácil adsorção dos colectores catiónicos, como as aminas. O efeito do ião F^- neste grupo é mais difícil de explicar. Uma das hipóteses formuladas é a seguinte:

A superfície dos silicatos apresenta-se em geral hidrolisada, permitindo, em certa medida, uma ionização de um dos seguintes tipos:

$$= SiOH \rightleftarrows = Si - O^- + H^+ \qquad (1)$$

$$= SiOH \rightleftarrows = Si^+ + OH^- \qquad (2)$$

$$= SiOH + H^+ \rightleftarrows = Si - OH_2^+ \qquad (3)$$

É geralmente aceite que, para valores médios do pH, as reacções (2) e (3) são pouco importantes, sendo a reacção (1), responsável pela adsorção dos colectores catiónicos, a mais importante.

Assim uma possível explicação para a acção depressora do fluoreto seria a substituição do ião OH^- pelo ião F^- (de raio iónico muito semelhante), segundo a reacção:

$$= SiOH + F^- \rightarrow = SiF + OH^-$$

Desta reacção resultaria uma diminuição do número de iões superficiais $= Si - O^-$, e, portanto, uma menor superfície de adsorção para os colectores catiónicos.

A acção activadora do fluoreto com os feldspatos para valores do pH baixos, poderia também ser explicada do seguinte modo:

A reacção mais fácil entre a sílica e o fluor é:

$$SiO_2 \text{ (sólida)} + 4\,H^+ + 6\,F^- \rightleftarrows Si\,F_6^{-2} + 2\,OH_2$$

Esta reacção (ou outra análoga), aumentaria o número de iões superficiais $= Si\,OH$, visto que a remoção dos átomos de $Si\,O_2$ provocaria a quebra das ligações dos iões de oxigénio, causando, portanto, uma activação (desde que haja hidrogeniões livres, isto é, para valores de pH baixos).

Estas hipóteses, teòricamente satisfatórias, estão a ser verificadas experimentalmente no laboratório, onde a investigação actual se concentra principalmente na flutuação dos feldspatos.

De qualquer modo, a simplicidade dos meios usados nesta investigação, a rapidez de obtenção de resultados (o traçado de uma área de flutuação demorava, em média, um dia), e as possibi-

lidades teóricas de exploração e discussão destes, pareceram-nos extraordinàriamente fecundos, como exemplo de um trabalho de investigação no domínio da flutuação dos minérios.

3.5 — Natureza e constituição da polpa

Como se sabe, as polpas a flutuar são constituídas por uma fase sólida (as partículas de minério), por uma fase líquida (a água e os reagentes) e por uma fase gasosa (as bolhas de ar).

Já analisámos a acção dos reagentes colectores, espumantes (e sua acção sobre as bolhas) e moduladores, e trataremos adiante da influência da natureza física (granulometria) da fase sólida (visto a influência da natureza química ter sido amplamente referida a propósito da acção dos reagentes).

Trataremos nesta alínea do efeito de outros factores inerentes à polpa que, apesar de serem muitas vezes considerados de menor importância, podem afectar fortemente os resultados da flutuação.

pH da polpa

Como tem sido referido por diversas vezes ao longo deste trabalho, o valor do pH da polpa é um dos factores que mais influência têm numa operação de flutuação.

Com efeito, os iões H^+ e OH^- livres na polpa condicionam a hidratação da superfície das partículas e a sua carga superficial, e, consequentemente, a adsorção dos reagentes, quer colectores, quer moduladores.

A acção do pH da polpa pode dividir-se resumidamente em quatro categorias:

a) o valor do pH afecta o grau de dissociação das moléculas dos reagentes;

b) os iões H^+ e OH^-, adsorvidos à superfície das partículas, na parte interna ou externa da dupla camada, determinam os potenciais electroquímico e electrocinético desta, condicionando a adsorção dos iões do colector;

c) os iões OH^- competem com os colectores aniónicos, e os iões H^+ com os colectores catiónicos, para a adsorção à superfície das partículas;

d) o valor do pH da polpa, pode ainda favorecer ou prejudicar a remoção dos iões nocivos à adsorção dos reagentes.

Não insistiremos nestes pontos, cuja importância já foi bem frisada, e que está documentada em diversas figuras apresentadas (V. por exemplo, Figuras 16, 17, 26, 27, 28 e 34). A regulação do valor do pH é feita, como se sabe, por adição dos reagentes reguladores.

Note-se que a água usada na constituição da polpa deve ser, tanto quanto possível, isenta de iões nocivos que possam interferir na adsorção dos colectores e moduladores, ou alterar o valor do pH da polpa. Em ensaios laboratoriais, é usual empregar água de-ionisada ou, pelo menos, destilada; em ensaios industriais, tal prática é incomportável, por razões económicas compreensíveis.

É aconselhável, todavia, analisar a água utilizada, e neutralizar a presença de eventuais iões nocivos fazendo-os precipitar com reagentes apropriados. Um dos exemplos mais típicos é o emprego de águas calcárias, em que o ião Ca^{+2} é um activador das gangas siliciosas e deve ser neutralizado (excepto, como é evidente, em flutuação inversa).

Gases dissolvidos na polpa

Os gases dissolvidos na polpa podem também afectar o rendimento da flutuação, tendo normalmente uma influência benéfica que se exerce de dois modos: um, de natureza física, já foi referido em 2.2, consistindo na sua precipitação, sob a forma de pequenas bolhas, que aderem com facilidade à superfície das partículas e favorecem a ligação por coalescência às bolhas maiores injectadas na célula.

O outro é de natureza química: o oxigénio, que é o gás dissolvido mais comum, é adsorvido à superfície dos minerais, oxidando a sua superfície; este fenómeno é particularmente importante nos sulfuretos metálicos, fàcilmente oxidados até por simples exposição prolongada ao ar.

Esta oxidação promove a desidratação da superfície das partículas, facilitando a penetração e adsorção dos iões colectores. Todavia, a oxidação não deve ser muito intensa, pois nesse caso a flutuação pode baixar de rendimento.

Na Fig. 36 apresenta-se um exemplo do efeito do tempo de contacto, no ângulo de contacto de três sulfuretos mergulhados em água destilada com gases dissolvidos, em que é nítida a existência de valores óptimos para cada um dos minerais. I. N. Plaksin atribui ainda outro efeito à

Senhor Empreiteiro:

A certeza de uma boa margem de lucro reside na combinação de custos de manutenção e operação baixos, grande eficácia e elevada reserva de potência, por parte das suas máquinas.

Tudo isto obterá numa

PÁ CARREGADORA CATERPILLAR

TÉCNICA XXI

m³

AS PÁS CARREGADORAS DE RODAS CATERPILLAR

são conhecidas em todo o Mundo pelas suas características de robustez, segurança e qualidade de concepção e fabrico

988 — ARTICULADA

5 Baldes com capacidades de 4,21 a 4,97 m³

980 — ARTICULADA

4 Baldes com capacidades de 3,06 a 3,82 m³

966 B — ARTICULADA

10 Baldes com capacidades de 2,10 a 3,82 m³

950 — ARTICULADA

8 Baldes com capacidades de 1,72 a 3,06 m³

944

9 Baldes com capacidades de 1,34 a 3,10 m³

922 B

4 Baldes com capacidades de 1,15 a 2,30 m³

À
S.T.E.T. TEC
Apartado 1351 – Lisboa

Desejo receber (SEM COMPROMISSO DA MINHA PARTE):

- ☐ Literatura sobre equipamentos **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ Literatura sobre motores **CATERPILLAR**
  Indicar os modelos _____
- ☐ A visita de um Delegado de Vendas

NOME OU FIRMA _____
PROFISSÃO OU ACTIVIDADE _____
ENDEREÇO _____

CATERPILLAR

Caterpillar, Cat e Traxcavator são Marcas Registadas da Caterpillar Tractor Co.

RECORTE ESTE CUPÃO
E ENVIE-O À S.T.E.T.
SEM DEMORA

S.T.E.T

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S. A. R. L.
PRIOR VELHO (SACAVÉM) • PORTO • BEJA • COIMBRA

oxidação das partículas: como se viu, a superfície dos sulfuretos é elèctricamente heterogénia, havendo áreas anódicas e áreas catódicas, e nas áreas anódicas a presença de electrões livres constitui um obstáculo à fixacão dos colectores aniónicos. O oxigénio, captando esses electrões livres, transforma as áreas anódicas em catódicas, facilitando assim a adsorção dos reagentes.

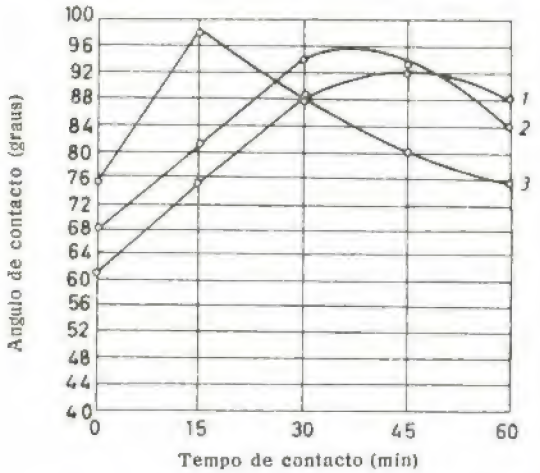


Fig. 36 — Efeito do tempo de contacto com água destilada (com oxigénio dissolvido) no ângulo de contacto dos sulfuretos

Legenda :

1 — Arsenopirite
2 — Pirite
3 — Galena

Temperatura da polpa

A temperatura da polpa pode também ter influência no rendimento da flutuação; assim, para a maioria dos colectores, quer aniónicos, quer catiónicos, um aumento de temperatura provoca um aumento do rendimento. Este facto pode ser explicado, segundo V. I. Klassen e V. A. Mokrousov, pela maior dispersão dos reagentes a temperaturas mais altas; como se sabe também, a temperatura afecta igualmente a dissociação dos reagentes químicos.

Na Fig. 37 apresenta-se um exemplo típico, representando a curva 1 o rendimento de flutuação do quartzo com uma amina (colector catiónico) e a curva 2 o rendimento de flutuação da apatite com oleato de sódio (colector aniónico).

Diluição e agitação da polpa

Um dos factores de mais fácil controle numa operação de flutuação é a diluição da polpa, normalmente medida pela percentagem, em peso ou em volume, das partículas sólidas, em relação ao total de polpa.

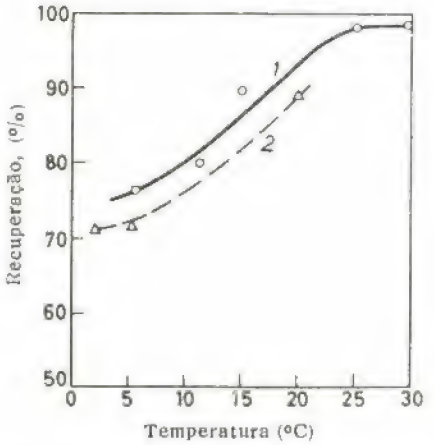


Fig. 37 — Gráfico da variação do rendimento de flutuação com a temperatura

Legenda :

1 — Flutuação do quartzo com cloreto de laurilamina
2 — Flutuação da apatite com oleato de sódio

A diluição condiciona a viscosidade da polpa e a probabilidade de colisão das partículas com as bolhas de ar. Verifica-se, normalmente, que existe uma zona óptima de diluições, onde o rendimento de flutuação é máximo.

Essa zona está habitualmente compreendida entre os valores de 20 a 40% de sólidos em peso; na Fig. 38, apresenta-se um exemplo para minérios de cobre e de chumbo.

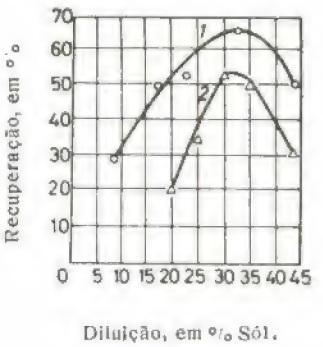


Fig. 38 — Influência da diluição da polpa no rendimento da flutuação, para minérios de cobre (1), e de chumbo (2)

A escolha do valor mais favorável para a diluição deverá ser feita através de ensaios prévios,

atendendo-se a que quanto menor for a diluição maior será a capacidade de tratamento e o consumo de água de uma dada célula; este factor deverá ser ponderado juntamente com a procura do rendimento máximo, pois poderá ser, em certos casos, mais económico trabalhar com menores rendimentos mas maior capacidade.

A zona de melhores rendimentos depende normalmente da granulometria das partículas a flutuar, sendo usual que, com calibres finos, seja necessária uma polpa mais diluída do que com calibres graúdos, para obter rendimentos semelhantes.

A agitação da polpa também poderá ser estudada, visto que, nas células industriais, pode usualmente ser regulada através da velocidade de rotação do agitador. Deve-se atender a que não deverá ser excessiva, para não destruir prematuramente as espumas nem perturbar a adesão das partículas às bolhas, nem demasiado fraca, o que baixaria a probabilidade de colisão das partículas com as bolhas gasosas.

Note-se também que a agitação pode afectar a quantidade de gases dissolvidos na polpa, de cuja influência já tratámos.

3.6 — Granulometria do minério

Calibres máximo e mínimo flutuáveis

A granulometria do minério a flutuar é condicionada, em primeiro lugar, pelo calibre de individualização dos minerais que se pretende separar, e, em segundo lugar, pela existência de uma gama de calibres onde o rendimento da flutuação é máximo. Essa gama é exemplificada

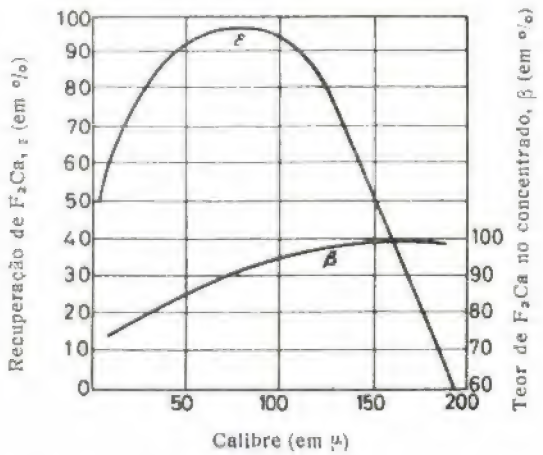


Fig. 39 — Influência do calibre das partículas de fluorite no rendimento da flutuação

para partículas de fluorite na Fig. 39, onde se observa que ela pode não coincidir com a zona mais favorável para a obtenção do teor de concentrado máximo; assim, consoante o objectivo pretendido com a operação de flutuação, deve-se escolher a granulometria mais indicada.

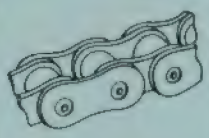
Normalmente, os calibres industrialmente flutuáveis estão compreendidos entre 0,3 a 0,5 mm e cerca de 10 a 50 μ, consoante os casos.

A zona granulométrica óptima é limitada superiormente pelo calibre máximo que pode aderir às bolhas gasosas e ser arrastado por elas até à superfície da polpa. Pode-se elevar este calibre por um reforço (não excessivo) da quantidade de colector ou pelo emprego de activadores, que aumentem a hidrofobia das partículas, pelo controle do tamanho das bolhas, da diluição da polpa e da sua agitação, pelo aumento do caudal de ar (permitindo a flutuação de uma partícula grosseira por grupos de pequenas bolhas), pela diminuição do percurso a percorrer pelas bolhas até à superfície (empregando células de menor altura), pela remoção cuidadosa e rápida das espumas, etc.

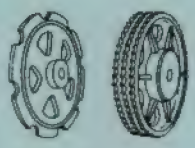
Este aumento do calibre máximo flutuável, desde que seja compatível com o grau de individualização do minério, pode ter um interesse considerável na economia do tratamento, permitindo a redução nas despesas das operações de moagem e também, em certos casos, a valorização comercial dos concentrados obtidos.

Por outro lado, verifica-se também que a existência de partículas muito finas na polpa (em geral, as inferiores a 10 μ) baixam o rendimento da flutuação, como se observou na Fig. 39. V. I. Klassen explica este efeito nocivo das lamas pela conjugação de diversos factores: a sua pequena massa confere-lhes fraca inércia, pelo que têm tendência a seguir principalmente as linhas de corrente da água, com pequena probabilidade de colisão com as bolhas de ar (as bolhas só serão contactadas pelas partículas que viajam no filete mais próximo, pois as outras serão desviadas); por outro lado, a sua elevada superfície específica exige um maior consumo de reagentes para a flutuação; além disso, deterioram a polpa aumentando-lhe a viscosidade e a rigidez das espumas, e finalmente têm forte tendência a flocular, formando capas superficiais que cobrem as restantes partículas e dificultam a adsorção dos reagentes nestas.

Mais de 1000 produtos **RENOLD** da maior organização mundial no fabrico de correntes de precisão



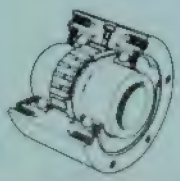
CORRENTES DE TRANSMISSÃO
De ¼" até 5" segundo as normas BS, DIN, AFNOR, ASA e API.



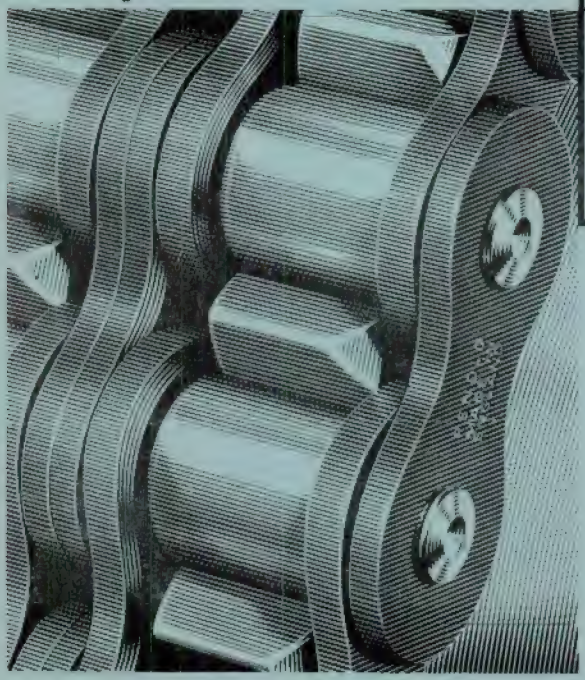
RODAS EM DEPOSITO
para uso com correntes RENOLD de transmissão e de transportadores.

CORRENTES NORMAIS PARA TRANSPORTADOR
com adaptações para todos os fins. Gama 1.360 kg (3.000 libras) a 38.560 kg (85.000 libras).

UNIÕES DE ACOPLAMENTO
por Corrente, Cruzeta de Borracha e Disco Flexível até 2.500 CV.



EMBRAIAGENS
para rotação livre, movimento divisor e sem retrocesso.



Para informações ou fornecimentos, escreva, visite ou telefone:

HARKER, SUMNER & Ca., Lda.

PORTO: **38, Rua de Ceuta, 48**
Apartado No. 162
Tel: 27054-P.P.C. (4 linhas)

LISBOA-2: **14, Largo do Corpo Santo, 18**
Tel: 324823-35124

RENOLD LIMITED · SALES DIVISION
MANCHESTER · ENGLAND

Já pensou...

... que o seu anúncio
é muito mais eficaz se for
publicado na revista que
os seus clientes lêem?
Os milhares de exemplares
de cada número da nossa revista
são lidos por engenheiros
e técnicos, por pessoas ligadas
à indústria, à investigação, ao
ensino, pelos seus clientes,
em suma. Consulte-nos.

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

Avenida Rovisco Pais • Lisboa 1 • Telef. 77 54 49

A. M. Gaudin e D. W. Fuerstenau, estudando este último fenómeno através da recuperação de partículas de quartzo e corindo, calibradas entre 0,21 e 0,15 mm, contaminadas por partículas de óxidos de ferro de calibres inferiores a 40 μ, verificaram que a densidade das capas de cobertura dos óxidos de ferro era máxima, para ambos os minerais, com polpas de pH igual ou próximo do ponto de carga nula dos óxidos de ferro (pH = 8,0).

Os colectores usados nos ensaios foram o acetato de dodecilamónio (colector catiónico) para o quartzo, e o sulfonato de sódio (colector aniónico) para o corindo.

Das curvas obtidas por aqueles autores, verifica-se que o quartzo, contaminado pelas lamas, só flutua com bom rendimento para polpas de pH superior a 8,0, e o corindo, para polpas de pH inferior a 8,0.

Este facto permite atribuir uma natureza electroestática à floculação das lamas. Com efeito, o quartzo, o corindo e os óxidos de ferro têm os pontos de carga nula, respectivamente, para valores de pH iguais a 3,7, 9,5 e 8,0, sendo em todos eles a carga superficial positiva para valores de pH inferiores ao ponto de carga nula, e negativa para valores superiores. Assim, a densidade de floculação é máxima quando as lamas não estão superficialmente carregadas, logo não se repelem; por outro lado, a recuperação aumenta nas zonas de pH em que as cargas superficiais das lamas e das partículas a flutuar têm o mesmo sinal, logo repelem-se mùtuamente sem flocular, podendo o colector ser adsorvido nas partículas.

Este efeito nocivo das lamas pode ser desastroso nas operações de flutuação, de tal modo que, em geral, é necessário proceder a um desenlameamento prévio da polpa antes da flutuação.

Note-se que a forma das partículas, a sua rugosidade superficial, a existência de gases dissolvidos, o caudal e o tamanho das bolhas de ar, a diluição e agitação da polpa, etc., afectam fortemente a flutuação das partículas finas.

Influência da granulometria na probabilidade de flutuação

É possível confirmar a existência de uma gama de calibres intermediários onde a flutuação tem rendimento máximo, através da avaliação da probabilidade de flutuação das partículas em função do seu calibre (supondo os restantes parâmetros constantes).

Seguindo o método de O. S. Bogdanov, V. Hainman e I. Maximov, a probabilidade de flutuação pode ser decomposta no produto dos seguintes factores:

a) probabilidade de colisão da partícula com a bolha: já vimos que esta probabilidade é directamente proporcional ao calibre;

b) probabilidade de aderência à bolha: verifica-se que as partículas graúdas têm menor probabilidade de serem retidas pela bolha pois, sendo o choque elástico, a bolha tem tendência a expulsar as partículas maiores após a deformação causada pelo impacto, deformação que é proporcional à energia cinética da partícula;

c) probabilidade de recuperação no flutuado, que poderá ainda ser decomposta numa probabilidade de arrastamento até à superfície e numa probabilidade de sobrevivência na espuma: de modo geral, observa-se que as partículas finas têm maior probabilidade de serem arrastadas e de permanecerem na espuma sem caírem ([1]).

Portanto, a probabilidade de flutuação, produto de uma função directamente proporcional (probabilidade de colisão) e de uma função inversamente proporcional ao calibre (probabilidade de aderência e recuperação), deverá apresentar um máximo numa zona de calibres intermediários, como se representa esquemàticamente na Fig. 40.

3.7 — Cinética da flutuação. Tempo de flutuação

Finalmente, o último parâmetro que analisaremos é o tempo de flutuação, que, nas células industriais, pode em geral ser regulado através das válvulas de descarga da polpa e do caudal de entrada.

É evidente que não basta determinar quais as melhores condições de flutuação, é necessário permitir que a operação se prolongue durante o

([1]) Note-se que todas estas probabilidades, de certo modo intuitivas, foram confirmadas por filmagens; citam-se, por exemplo, os ensaios de H. Kirchberg e E. Töpfer, relatados no último Congresso Internacional de Preparação de Minérios de 1964, em Nova Iorque.

tempo suficiente para que todas as partículas colectadas possam ser recuperadas. Na Fig. 41 apresenta-se um exemplo da influência do tempo de flutuação na recuperação, em tubo de Hallimond, de partículas de quartzo, usando como colector o cloreto de dodecilamónio na concentração de 4×10^{-4} M.

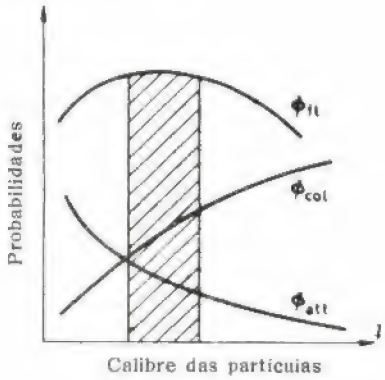


Fig. 40 — Influência do calibre das partículas nas probabilidades de colisão (ϕ_{col}), de aderência (ϕ_{att}) e de flutuação (ϕ_{fl})

O tempo necessário para a flutuação completa de determinado minério depende, como é óbvio, de inúmeros factores. Normalmente, num raciocínio demasiado simplista, admite-se, por analogia com as reacções químicas, uma cinética do tipo:

$$-\frac{dC}{dt} = K C^n$$

em que C é a concentração do mineral a flutuar num instante t, e n é um expoente sobre cujo valor as opiniões divergem.

A. M. Gaudin e C. H. Bushell, por exemplo, admitem $n = 1$; N. Arbiter, C. C. Harris e S. I. Mitrofanov propõem $n = 2$; P. L. de Bruyn e H. J. Modi determinaram empìricamente os valores $n \simeq 3{,}2$ para partículas graúdas (180 a 250 μ) e $n \simeq 1$ para finas ($< 65\ \mu$); finalmente, outros autores, como O. S. Bogdanov, admitem que n poderá ser variável, geralmente entre os valores 1 e 6, consoante os restantes parâmetros da flutuação.

Cremos que o assunto não estará definitivamente resolvido, e que um longo trabalho teórico e experimental será necessário para atingir uma solução satisfatória para o problema da cinética da flutuação. Um dos meios que actualmente se está empregando mais activamente e com maiores probabilidades de êxito, é a simulação das operações de flutuação em computador analógico.

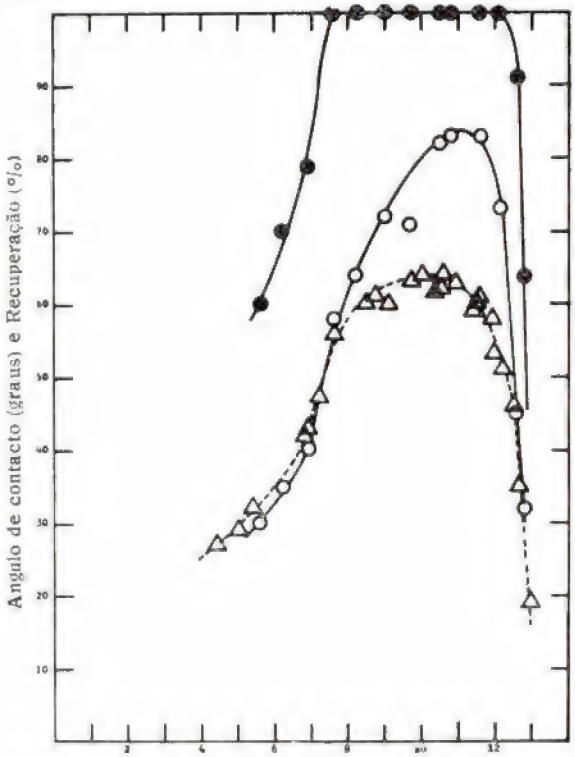


Fig. 41 — Efeito do tempo de flutuação e do pH no ângulo de contacto e na recuperação do quartzo, flutuando com cloreto de dodecilamónio na concentração de 4×10^{-4} M

Legenda:

● Recuperação com 20 seg. de flutuação
O Recuperação com 10 seg. de flutuação
Δ Angulos de contacto de equilíbrio

4 — CONCLUSÕES

Com base na informação bibliográfica disponível e nos ensinamentos colhidos numa missão de estudo, apresentaram-se, resumidamente, alguns aspectos mais relevantes das modernas tendências no estudo e interpretação dos fenómenos básicos da teoria da flutuação de minérios, dando-se especial relevo à influência das propriedades superficiais das partículas na adsorção dos reagentes e na ligação às bolhas gasosas. Na última parte do trabalho, referiram-se os parâmetros mais influentes no rendimento das operações de flutuação e procuraram-se formular as suas condições de optimização.

A necessidade de limitar a extensão do trabalho levou, por vezes, a condensar demasiadamente

certos assuntos, enquanto outros foram simplesmente enunciados, a fim de não sobrecarregar a exposição. De um modo geral, preferiu-se focar o maior número possível de pontos, mesmo sem os desenvolver, com o objectivo de chamar para eles a atenção, podendo o leitor interessado aprofundar o seu estudo na numerosa bibliografia existente (1).

No entanto, deu-se certa pormenorização aos assuntos menos familiares aos engenheiros de minas, e à descrição da maioria das técnicas experimentais actualmente utilizadas, especialmente na investigação de base; estas descrições, em geral, são difíceis de encontrar na literatura especializada com suficiente detalhe, sendo, contudo, o seu conhecimento essencial para qualquer trabalho de investigação.

Cremos ter ficado bem patente ao longo do artigo a importância teórica e prática dos fenómenos actuantes nas interfases de um sistema em flutuação, e a interconexão existente entre a ciência da flutuação de minérios e algumas outras ciências, notòriamente a Cristaloquímica, a Química Analítica, a Termodinâmica, etc.

Também se procuraram frizar as possibilidades que o engenheiro tem para optimisar o rendimento das operações de flutuação, com base nos estudos teóricos e na investigação laboratorial, agindo quer sobre a fase sólida (caudal e granulometria do minério), quer sobre a fase líquida (natureza e quantidade dos reagentes, pH, temperatura e diluição da polpa), quer sobre a fase gasosa (caudal e tamanho das bolhas de ar), quer ainda sobre as condições operacionais (tipo e dimensões da célula, agitação da polpa, tempos de condicionamento e de flutuação, etc.), e atendendo às relações mútuas existentes entre a maioria destes factores.

Espera-se que este trabalho possa contribuir para um acréscimo de interesse pela investigação neste ramo fundamental da Preparação de Minérios, que pode ter, num futuro próximo, importância relevante na resolução de muitos problemas do tratamento de grande parte dos minérios nacionais.

(1) Recomenda-se, em especial, a obra de V. I. Klassen e V. A. Mokrousov (1963) citada na Referência Bibliográfica.

5 — REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA. ORIGEM DAS FIGURAS APRESENTADAS NO TEXTO

Num trabalho de actualização e divulgação desta natureza, é evidentemente impossível dar uma lista pormenorizada de todas as obras consultadas, cujo número ultrapassou largamente a centena.

Assim, referem-se apenas as que nos pareceram de importância fundamental ou que foram mais frequentemente citadas, e ainda aquelas de que nos servimos para obter as figuras com que se ilustrou o texto.

A seguir a cada publicação, indicam-se os números das figuras que nele foram eventualmente colhidas e, entre parêntesis, o número da correspondente figura dessa publicação.

— Blazy P. (1966) — Essai de synthèse sur les modes d'adsorption ionique en flottation — *Mineralium Deposita*, p. 67/71.

— Bloecher F. W. (1951) — A new surface measurement tool for mineral engineers — *Tr. of A. I M. M. P. E.* (1), **190**, p. 255/258. Fig. n.º 23 (1).

— Bogdanov O. S., Podnek A. K., Hainman V. J., Mikhailova N. S. (1960) — Kinetics of flotation reagent sorption — *V Int. Min. Proc. Congress (Londres)*, Com. III–11.

— Bogdanov O. S., Hainman V. J., Maximov I. I. (1964) — On certain physical-mechanical factors determining the rate of flotation — *VII Int. Min. Proc Congress (Nova Iorque)*, p. 169/175.

— de Bruyn P. L., Overbeek J., Schumann R. (1954) — Flotation and the Gibbs adsorption equation — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **199**, p. 519/523.

— de Bruyn P. L. (1955) — Flotation of quartz by cationic collectors — *Tr. of A. I. M. M. P. E*, **202**, p. 291/296.

— Buckenham M. H., Schulman J. H. (1963) — Molecular associations in flotation — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **235**, p. 1/6. Fig. n.º 31 (7).

— Bushell C. H. (1962) — Kinetics of flotation — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **223**, p. 266/278.

— Cooke S. B. (1949) — The flotation of quartz using calcium ion as activator — *Tr. of A. I. M. M. P. E*, **184**, p. 306/309. Fig. n.º 25 (1).

— Fuerstenau D. W., Fuerstenau M. C. (1956) — Ionic size in flotation collection of alkali halides — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **205**, p. 302/307.

— Fuerstenau D. W. (1957) — Measuring zeta potential by streaming potential techniques — *Mining Engineering*, Aug., p. 834/835. Fig. n.º 5 (1).

— Fuerstenau D. W. (1957) — Correlation of contact angles, adsorption density, zeta potentials and flotation rate — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **208**, p. 1365/1367. Fig. n.º 26 (5).

— Fuerstenau D. W., Gaudin A. M., Miaw H. L. (1958) — Iron oxide slime coatings in flotation — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **211**, p. 792/795.

— Fuerstenau M. C., Martin C. C., Bhappu R. B. (1963) — The role of hydrolisis in sulfonate flotation of quartz — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **226**, p. 449/454.

— Fuerstenau M. C., Rice D. A., Elgillani D. A., Atak S., Bhappu R. B. (1966) — The role of iron in the flotation of some silicates — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **235**, p. 321/328.

— Gaudin A. M. (1957) — Flotation — *Ed. Mc Graw-Hill Book Co*, Nova Iorque. Figs. n.os 3 (5.5), 4 (5.6), 11 (7.18) e 14 (7.15).

— Gaudin A. M., Bloecher F. W. (1950) — Concerning the adsorption of dodecylamine on quartz — *Tr of A. I M.M.P. E.*, **187**, p. 499/505. Figs. n.os 19 (2) e 21 (1).

— Gaudin A. M., Fuerstenau D. W. (1955) — Quartz flotation with anionic collectors — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **202**, p. 66/72. Fig. n.º 16 (10).

— Gaudin A. M., Fuerstenau D. W. (1955) — Quartz flotation with cationic collectors — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **202**, p. 958/962. Fig. n.º 18 (6).

— Gaudin A. M., Witt A., Biswas A. K., Decker T. G. (1963) — Hystérésis des angles de contact — *VI Int. Min. Proc. Congress (Cannes)*, Com. 36-H.

— Glembotsky V. A. (1958) - Combined action of collectors in flotation — *IV Int. Min. Proc. Congress (Estocolmo)*, Com. IV-5.

— Glembotsky V. A. (1963) — Reactifs de flottation des minerais de fer — *VI Int. Min. Proc. Congress (Cannes)*, Com. 25-F. Fig. n.º 17 (5).

— Houot R. (1965) — Contribution à l'étude de la flottation de la wolframite (Thèse Univ. Nancy) — *Sciences de la Terre*, **7**. Fig. n.os 6 (13), 8 (9-A), 10 (9-B), 15 (8) e 24 (14).

Iwasaki I., Cooke S. B, Kim Y. S. (1962) — Some surface properties and flotation characteristics of magnetite — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **223**, p. 113/120. Fig. n.os 27 (1), 28 (3-A), 29 (4) e 30 (8).

— Joy A. S., Watson D., Manser R. M., Azim Y. Y. Lloyd K. (1966) — Flotation of silicates: 1 — Proposals for classification according to their flotation response; 2 — Adsorption of ions on feldspar in relation to its flotation response. — *Trans. of the Inst. of Min. and Metall.*, 75-?, 712, p. 75/86. Fig. n.º 35 (1 e 2).

— Klassen V. I., Mokrousov V. A. (1963) — An introduction to the theory of flotation. — *Ed. Butterworths*, Londres. Fig. n.os 1 (8), 2 (9), 7 (27), 9 (35), 12 (47), 13 (56), 32 (140), 33 (78), 36 (122), 37 (153), 38 (302-E), 39 (250) e 40 (85).

— Klassen V. I. (1960) — Theoretical basis of flotation by gas precipitation — *V Int. Min. Proc. Congress (Londres)*. Com. III-16.

— Klassen V. I., Krokhin S. I. (1963) — Concentration des collecteurs au périmètre du contact des bulles et activation de l'hématite pour la flottation par le silicate de soude — *VI Int. Min. Proc. Congress (Cannes)*, Com. 27-F. Fig. n.º 20 (8).

— Leja J., Schulman J. H. (1954) — Molecular interactions between frothers and collectors at solid-liquid-air interfaces — *Tr. of A I.M.M.P.E.* **199**, p. 221/228.

— Plaksin I. N. (1960) — Study of superficial layers of flotation reagents on minerals and the influence of the structure of minerals on their interaction with reagents — *V Int. Min. Proc. Congress (Londres)*. Com. III-13 e discussão.

— Purcell G., Sun S. C. (1963) — Significance of double bonds in fatty acids flotation — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **226**, p. 6/16.

— Raffinot P., Formanek V. (1963) — Un atelier pilote de flottation de faible capacité utilisant des réglages automatiques — *VI Int. Min. Proc. Congress (Cannes)*, Com. 2-A.

— Rinelli G. (1963) - Mesures d'adsorption par des électrodes à membranes — *VI Int. Min. Proc. Congress (Cannes)*, Com. 34-H. Fig. n.º 22 (2).

— Smith R. W., Lai R. M. (1966) — On the relationship between contact angle and flotation behavior — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **235**, p. 413/418, Fig. n.º 41 (3).

— Taggart A. F. (1951) — Elements of ore dressing — *Ed. John Wiley and Sons Inc.*, Nova Iorque.

— Viswanathan K., Karva V., Somnay J., Majundar K. (1965) — The role of inorganic ions in the flotation of beryl — *Tr. of A. I. M. M. P. E.*, **232**, p. 282/286. Fig. n.º 34 (5).

— Wark I. W., Sutherland K. L. (1955) — Principles of flotation — *Ed. Australian Inst. of Min. and Metall.*, Melburne.

* * *

(1) — *Transactions of the American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers*

LISNAVE

ESTALEIROS NAVAIS DE LISBOA, S.A.R.L.

Direcção Geral 677021 (8 linhas) — Estaleiro da Rocha (concessionária da A.G.P.L.) 675061 (8 linhas) - 676171 (8 linhas)
Estaleiro da Margueira 2761121 . Endereço Telegráfico LISNAVE-LISBOA . Apartado 2138 . Telex 1672 LISNAV P

2 estaleiros no porto de Lisboa

2000 m de cais

ROCHA
4 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 18 000 t.d.w.

2 CARREIRAS DE CONSTRUÇÃO
PARA NAVIOS ATÉ 5000 gr.t.

MARGUEIRA
2 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 300 000 t.d.w.

«SANTA MAFALDA»
Navio de pesca de arrasto pela popa
Entregue em 12 de Março de 1988
A Empresa de Pesca de Aveiro

Na foto notam-se 7 petroleiros e outros navios
com uma tonelagem total de 325 000 t.d.w.

OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TECNICO

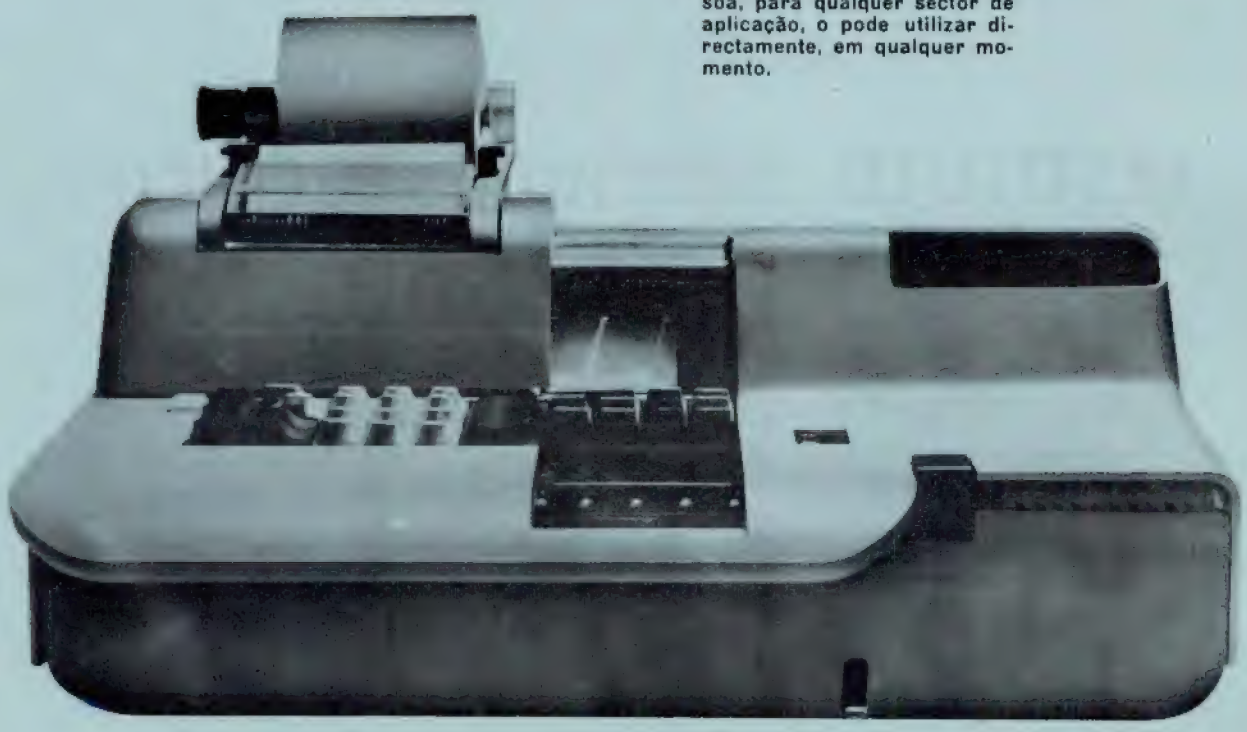
As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

LI[illegible]I PROGRAMMA 101

PRIMEIRO NO MUNDO, UNICO NO MUNDO

A electrónica é um marco miliário da técnica contemporânea o Olivetti PROGRAMMA 101 é um marco miliário da electrónica. Projectado e realizado por uma indústria mundial que ocupa um lugar cimeiro no campo dos instrumentos de cálculo, o Olivetti PROGRAMMA 101 é o computador que com as suas dimensões surpreendentes e pelo custo de uma moderna máquina de escritório, coloca sobre a mesa de trabalho de uma nova e vasta categoria de utilizadores, as fundamentais vantagens que caracterizam os gigantes da electrónica: velocidade de cálculo, lógica, sistema de impressão, programação. Primeiro e único computador de secretária do mundo cujos programas se podem registar e conservar em fichas magnéticas, o Olivetti PROGRAMMA 101 une às suas brilhantes possibilidades, uma facilidade extrema de manuseamento; qualquer pessoa, para qualquer sector de aplicação, o pode utilizar directamente, em qualquer momento.



OLIVETTI PORTUGUESA S.A.R.L.
LISBOA - Praça Marquês De Pombal, 14-4.º

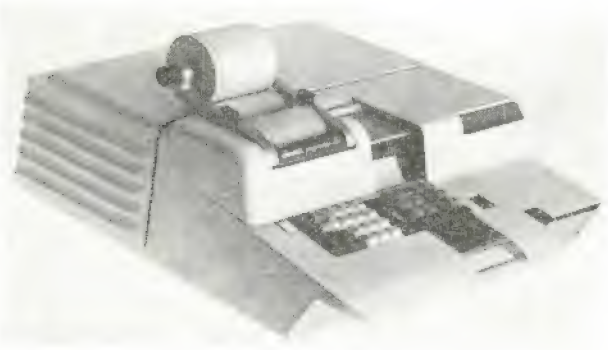
DO MUNDO TÉCNICO

NOVO COMPUTADOR ELECTRÓNICO DE MESA

C. D. U. 681.177.8

Foi apresentado em Portugal o computador electrónico de mesa «Programa 101», da Olivetti.

Pretendia-se com este modelo resolver um certo número de problemas que transcendem a capacidade da vulgar máquina de calcular mas que, no entanto, não justificam o recurso aos computadores tradicionais. Obteve-se assim uma máquina programável, dotada de ampla capacidade de memória, com possibilidade de memorizar os programas numa fita magnética, com capacidade para tomar decisões lógicas, tratar automàticamente os decimais e efectuar operações algébricas e de dimensões reduzidas.



O «Programa 101» permite uma tripla utilização:

— Emprego com programa: introduzida a ficha magnética do programa desejado, o operador compõe os dados variáveis e faz actuar a máquina, que executa as operações desejadas na sequência referida. O cálculo pode ser repetido o número de vezes que se quiser, bastando introduzir nova ficha para passar a outro programa.

— Emprego manual: neste caso o computador é utilizado como as máquinas de calcular vulgares usando o teclado. Tem a possibilidade de funcionar manualmente durante a execução de um programa, quando este se interrompe para aguardar a composição de um dado. Terminado o cálculo manual, o computador retomará o programa interrompido.

— Compilação do programa: para isso utiliza-se o teclado da máquina. O programa poderá ser transferido da memória da máquina para uma ficha magnética, ficando disponível para utilizações futuras.

A ficha magnética recebe do computador as instruções do programa, guarda-as por tempo indeterminado e retransmite-as à memória do computador menos de 1 segundo após a sua reintrodução. A ficha possui as dimensões de um cartão mecanográfico e nela podem ser registados 2 programas de 120 instruções, dados numéricos e constantes. Como as vulgares bandas magnéticas pode ser desgravada e utilizada para novos registos.

Algumas características: teclado numérico, 10 teclas mais a vírgula e sinal algébrico, unidade de governo e de cálculo completamente transistorizadas com semicondutores de silício; memória com 3 registos operativos com capacidade para 22 algarismos mais a vírgula e o sinal, 5 registos numéricos para memorizar, registar resultados parciais ou dados constantes cada um deles divísivel em duas partes com capacidade de 11 cifras mais vírgula e sinal; 2 registos de programa com capacidade para 48 instruções, podendo ser aumentada até 120 utilizando 3 dos 5 registos numéricos; dispositivo de leitura e registo na memória do programa da ficha magnética e, inversamente, de leitura de memória e registo na ficha; unidade de impressão com velocidade de 30 caracteres por segundo e capacidade de 23 algarismos, vírgula, sinal algébrico e simbologia da operação.

Os utilizadores do «Programa 101» podem ainda utilizar uma Biblioteca de Programas que reune a solução de elevado número de problemas de Matemática, Engenharia, Estatística, Topografia, Física, Química, etc.

CICLOTRÕES ISÓCRONOS COMPACTOS

C. D. U. 621.384.611

Uma série de ciclotrões isócronos de tipo relativamente compacto foi criada pelo Laboratório de Pesquisas Físicas Philips em Eindhoven (peso aproximado: 10 toneladas métricas em vez das 80 toneladas dos ciclotrões tradicionais). Devido às suas dimensões reduzidas e ao preço relativamente baixo daí resultante, estas máquinas abrem um campo de aplicações até à data ainda não explorado. As dimensões dos aceleradores actuais, tanto os circulares como os lineares, bem como as dos geradores van de Graff eram de tal modo enormes — e consequentemente, as despesas da sua construção extremamente elevadas — que só as empresas de pesquisas mais importantes podiam proceder à sua compra, como também à realização de blindagem adequada e à construção de laboratórios apropriados necessários à exploração racional do acelerador. A gama dos pequenos ciclotrões permite-nos a sua introdução junto dos institutos de pesquisas, de hospitais, de centros de medicina, dos laboratórios, de fábricas e de estabelecimentos de ensino superior, como uma grande redução das despesas de instalação.

No que se refere às suas grandes possibilidades de aplicação, poderíamos citar a análise por activação por meio de partículas carregadas bem como exames médicos e biológicos devido ao facto de ser possível produzir localmente isótopos radioactivos com semi-vida curta, o que é particularmente importante nos campos de diagnóstico e terapêutico.

A concepção destes ciclotrões apresenta numerosas diferenças em relação aos grandes ciclotrões isócronos que a Philips realizou até ao presente. A finalidade dos esforços efectuados era a criação de um modelo compacto, relativamente leve e de fácil manejo, beneficiando, ao mesmo tempo, de óptimas possibilidades de utilização.

O íman, cujo núcleo foi forjado a partir de dois blocos, mede 180 × 110 × 70 cm. As peças polares de 70 cm de diâmetro comportam 4 segmentos de modo a obter sectores «fortes» e «fracos», o que assegura a simetria quádrupla do campo magnético. A máquina possui ainda dois «DD» — eléctrodos aceleradores — previstos nas zonas «fracas». Os aspectos económicos não interessam sòmente no que se refere ao íman, mas também às bobinas de correcção, permitindo uma melhor regulação do campo magnético, e bem assim o sistema de radiofrequência. A frequência da tensão de aceleração — de regulação contínua — é estabilizada dentro de limites muito estreitos, à semelhança da corrente de alimentação do íman.

A intensidade do feixe exterior — por extracção electroestática — é de 100 microampère com um poder de separação de energia de 1 %. Precisemos que, no que diz respeito à qualidade do feixe (diâmetro × × divergência), esta é melhor do que 300 mm mrad no plano vertical e do que 150 mm mrad no plano horizontal.

A máquina foi concebida de início a título de acelerador para as partículas 3He de energia fixa. Este objectivo foi alargado a fim de se obter uma máquina de energia fixa para 4 partículas: 3He, protão, deuterão e partícula alfa. As pesquisas puseram em evidência que certas modificações permitem a transformação da máquina em instalação para 4 partículas de energia de saída variável.

A escolha primitiva explica-se pelos esforços feitos no sentido de se obter a produção de partículas de energia bastante elevada com o auxílio de ciclotrão de pequenas dimensões. Esta escolha foi decidida pelo facto de, no caso da partícula 3He, uma energia de ligação fraca ser acompanhada duma relação Z^2/m elevada e favorável (Z: número atómico; m: massa). Não esqueçamos que a primeira característica produz uma grande energia de excitação enquanto a segunda nos permite a aceleração a energias elevadas.

A energia de feixe da máquina de 4 partículas eleva-se a cerca de 20 MeV para o 3He, a 15 MeV para os protões, a 7,5 MeV para os deuterões e a 15 MeV para as partículas alfa. Utilizando um alvo apropriado, um feixe de 3He de 100 microampère poderá fornecer um fluxo muito denso de neutrões rápidos.

O consumo indispensável é de 100 kW. A água é utilizada como refrigerante. O sistema de bombagem da máquina possui um sistema especial para a recuperação do 3He.

Este tipo de ciclotrão será posteriormente dotado de uma instalação que lhe permita efectuar, de modo completamente automático, análises de rotina por activação.

Ainda que a importância desta categoria de pequenos ciclotrões seja notàvelmente evidente no que se relaciona com pesquisas químicas, biológicas e médicas, representa igualmente papel importante no domínio das pesquisas físicas e ainda em demonstrações dentro do quadro do ensino superior.

(Trad «Philips Research», 1 Mar. 1968)

Resumos dos artigos publicados na Técnica n.º 376

Ano XLIII — Março 1968

António Carrisso C. D. U. 621.311.21 (679)

Cabora-Bassa — Alguns apontamentos àcerca deste aproveitamento

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pág. 313-325.

Faz-se uma descrição sumária do aproveitamento para pôr em evidência as suas excepcionais possibilidades energéticas. Define-se a concepção do aproveitamento e a localização dos seus órgãos essenciais. Refere-se a linha de transporte de energia para a África do Sul e salienta-se a opção entre corrente alternada e corrente contínua a muito alta tensão.

José Folque C. D. U. 627.824.3 (042)

Anotações sobre barragens de terra

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pág. 343-356.

Apresentam-se considerações sobre critérios de escolha do tipo do perfil-zonado ou homogéneo — e discute-se o critério de dimensionamento de filtros e de outros dispositivos para controle das percolações no corpo e na fundação das barragens.
Descrevem-se os métodos correntes de dimensionamento de taludes, com especial sublinhado em relação aos métodos mais recentes. Discute-se a possibilidade de introduzir novos métodos em que se atenda à reologia dos materiais constituintes dos maciços.
Fazem-se considerações sobre as operações de reconhecimento das manchas de empréstimo e sobre os ensaios de determinação de características mecânicas.
Aborda-se o problema do controle de compactação e, por fim, descrevem-se os aparelhos utilizados para observação do comportamento de barragens.

Carlos Portela C. D. U. 681.14 : 621.3

Introdução ao cálculo analógico

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pág. 327-341.

Neste artigo faz-se uma introdução ao calculo analógico sendo referidos, designadamente, os seguintes aspectos:

- Circuitos lineares de parâmetros concentrados
- Circuitos não lineares de parâmetros concentrados
- Circuitos de parâmetros distribuídos
- Circuitos com relações algébricas num domínio complexo
- Calculadores operacionais
- Métodos de aplicação de calculadores analógicos.

Leopoldo Cortez C. D. U. 622.765

Princípios gerais e métodos de investigação na flutuação de minérios

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pág. 357-372.

Apresentam-se resumidamente alguns princípios gerais que estão na base das modernas teorias da flutuação de minérios, e descrevem-se alguns dos processos de investigação actualmente utilizados, com indicação da aparelhagem empregada. Dá-se especial relevo ao estudo dos ângulos de contacto, dos efeitos eléctricos e da adsorção dos reagentes de flutuação nas interfases em presença, e às suas relações mútuas.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 376

XLIII — March 1968

José Folque — UDC 627.824.3 (042)

Notes on earth dams

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pp. 343-356.

The author discusses criteria of choice of the profile zoned or homogeneous — and criteri a of design of filters and other arrangements for controlling percolation in the body and the foundation of dams.
Conventional slope design methods are described, in special the most recent methods. The possibility of using new methods in which the rheology of the component materials of the embankments is taken into account is considered.
The survey of borrow zones and the tests for determining the mechanical characteristics of the borrowed material are discussed.
The problem of compaction control is briefly considered and the instruments used in the observation of dams are described.

António Carrisso — UDC 621.311.21 (679)

Some notes on the hydro — electric development of Cabora Bassa

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pp. 313-325.

A short discription of the hydro-electric development is made as to emphazise its exceptional energetic possibilities. The conception of the development and the location of its essential equipment are defined. The transmission line to the Republic of South Africa is then referred, and the option between alternating current and very high-voltage direct current is focused.

Leopoldo Cortez — UDC 622.765

Ore flotation: general principles and investigation methods

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pp. 357-372.

This paper presents, in an abridged manner, some general principles of the modern flotation theories, and describes some methods of investigation used nowadays, pointing out the equipment employed. Special emphasis is given to the study of contact angles, electrical effects and adsorption of flotation reagents at interfaces in presence, and their mutual relations.

Carlos Portela — UDC 681.14 : 621.3

Introduction to analogic computation

Técnica No. 376 — XLIII — 3. 1968, pp. 327-344

This paper deals with an introduction to analogic computation being referred, namely, the following subjects:

- Linear circuits with concentrated parameters
- Non linear circuits with concentrated parameters
- Circuits of distributed parameters
- Circuits with algebraic relations in a complex domain
- Operational computers
- Analogic computers applications methods.

BIBLIOGRAFIA

Classificadores responsáveis: Botto Pimentel, Monteiro da Silva, Rui Torrinha, Ramos Correia e Sílvio Casal.

Serão criticadas as obras cujo assunto esteja no âmbito da «Técnica» e de que nos sejam enviados dois exemplares.

As revistas recebidas na Redacção, de que se publica uma selecção de fichas de artigos ordenadas pela Classificação Decimal Universal, podem ser consultadas na Biblioteca da A.E.I.S.T.

LIVROS

C. D. U. 621 (058.7)

Directory and buyer's guide for compressed air equipment.

British Compressed Air Society — Londres, 553 págs.

Este guia, editado pela British Compressed Air Society, destina-se a facilitar a tarefa de quem tenha de responsabilizar-se pela compra de equipamento de ar comprimido.

Encontra-se dividido em duas partes:

1) Catálogo dos fabricantes.

2) Guia do comprador, incluindo índice do equipamento pneumático, lista de fabricantes com respectivos endereços e marcas registadas, por ordem alfabética.

R. C.

C. D. U. 539.43 : 621.791

Fatigue fractures in welded constructions — Les ruptures par fatigue dans les constructions soudées.

Instituto Internacional de Soldadura — Publications de la Soudure Autogène — Paris, 1967, 1.ª edição, 287 págs. — preço: 360$00.

Trata-se de uma edição bilingue (inglês e francês), de excelente coordenação e apresentação, constituída por uma série de monografias recolhidas pelo Instituto Internacional de Soldadura relativas a roturas por fadiga, verificadas em serviço, em construções onde a soldadura ou técnicas semelhantes foram usadas. As monografias foram obtidas com base num inquérito levado a cabo pela Comissão XIII — Ensaios de Fadiga — mediante a garantia de estrito anonimato aos organismos fornecedores das informações.

Os dados reunidos dizem respeito a aplicações variadas: meios de transporte, máquinas, materiais e equipamento de construção, etc.

A classificação adoptada baseou-se na causa presumível de cada acidente relatado. São as seguintes as divisões fundamentais:

1. Concepção ou cálculos incorrectos.
2. Condições de serviço diferentes das previstas.
3. Execução insatisfatória.

Trata-se por conseguinte, de uma obra com inegável interesse prático.

V. C. S.

C. D. U. 624.024.3

Coberturas em terraço — *Ruy José Gomes.*

LNEC, Lisboa, 1968, 1.ª edição, 53 págs.

A presente publicação, integrada no programa de estudos «Planeamento e Construção de Edifícios», do LNEC, vem ao encontro da necessidade de discutir, esclarecer e divulgar as soluções de concepção, constituição e pormenorização construtiva aconselháveis para as coberturas em terraço. O autor, investigador e chefe da Divisão de Construção e Habitação do Laboratório, pretende atingir esse objectivo passando em análise, sucessivamente, as características e as condições de conjugação dos diversos elementos constituintes e acessórios das coberturas, atendendo a que são essas características funcionais e formais que, em muitos casos, as recomendam ou impõem.

Referem-se as múltiplas funções do terraço, destacando-se a de protecção térmica do espaço coberto — particularmente importante no caso português — e os materiais de isolamento usados; a vedação e a estanqueidade implicando o uso dos revestimentos de impermeabilização; a drenagem e a circulação das águas por caleiras ou linhas de água; e a pormenorização construtiva dos sistemas de vedação em juntas e no contorno de elementos salientes da face da cobertura de que também depende, decisivamente, o comportamento das impermeabilizações.

Apresentam-se em anexo, dados informativos para o cálculo da protecção térmica conferida pelas coberturas em terraço, e ainda, para algumas soluções típicas, os valores calculados das características térmicas.

V. C. S.

Publicidade com critério.

Anuncie na

técnica REVISTA DE ENGENHARIA

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada

(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,

CALDEIRARIA,

FERRARIA,

FUNDIÇÕES

■ ■ ■

ESCRITÓRIO

Rua de S. Tiago, 13

LISBOA

Telefone 86 19 72

Acaba de aparecer

TOPOGRAFIA GERAL

2.º Volume

Pelo Eng.º **A. C. XEREZ**

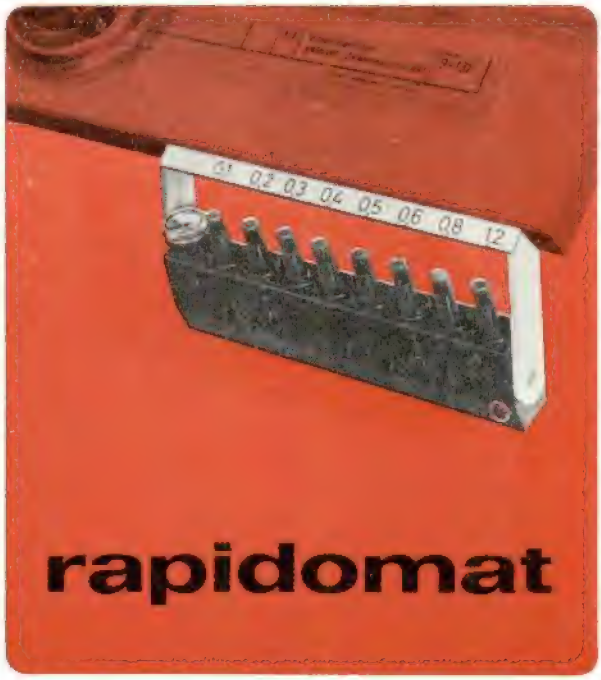
Nova edição revista e actualizada

Preço 150$00

Desconto: 10 % aos assinantes

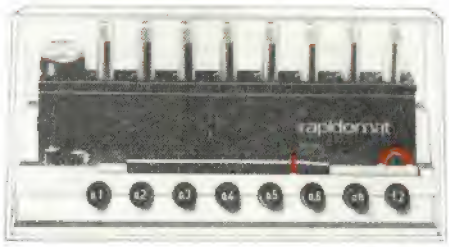
Pedidos à Técnica

a nova ideia



da rOtring, evidentemente
para usar com os instrumentos de desenho VARIANT e VARIOSCRIPT de ponteiras intermutáveis. O novo estojo RAPIDOMAT resolve o velho problema da secagem da tinta da china. O princípio é muito simples e, portanto, seguro: a humidade contida no RAPIDOMAT evita que a tinta seque. E a melhor de todas as soluções. Cada ponteira, com o seu depósito de tinta, tem um lugar próprio. Colocando-a no respectivo orifício do RAPIDOMAT, entra na "zona de influência" deste soluto miraculoso: H_2O! Água limpa da torneira... Uma vez por mês, deita-se mais um pouco de água no RAPIDOMAT e pode então esquecer-se o problema da tinta da china seca. Mas só se se adquirir o RAPIDOMAT — e isto é que não convém esquecer!

rOtring



A venda no comércio da especialidade
Representante: ARTUR WESTHEIMER, LDA.,
Rua Maria aos Anjos, 48, r/c., Lisboa 1

Escreva-nos pedindo o prospecto n.º 9119

7R

C. D. U. 624.138 [691.94]

Curso de solo-cimento — *Manuel Pimentel dos Santos.*

Associação Técnica da Indústria do Cimento, Lisboa, 1967, 1.ª edição, 337 págs.

Dão corpo à presente obra as lições proferidas pelo Autor no Curso de Solo-Cimento levado a efeito em Lisboa, de 9 a 28 de Outubro de 1967.

Estuda-se a estabilização dos solos por meio de cimentos, visando-se a sua aplicação a pavimentos de estradas e aeródromos.

O Autor é actualmente o Director-Geral de Obras Públicas e Comunicações do Ministério do Ultramar e membro do Conselho Superior dos Laboratórios Nacionais de Engenharia, sendo inegável a sua competência como técnico e cientista.

O assunto é tratado com clareza e exaustividade, completando-se o texto com uma extensa bibliografia e apresentando-se em anexo uma série de especificações do LNEC relativos a solos e pavimentos.

E, por conseguinte, evidente o interesse que a presente obra pode ter como elemento de estudo e de trabalho.

V. C. S.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 373.63 + 378 : 621.74

Da formação de engenheiros de fundição — sugestões — *Q. Abreu.*

Fundição — Revista A.P.F, n.º 21, 1967, pág. 11.

Na sequência de aspectos discutidos no Congresso do Ensino da Engenharia e no 1.º Congresso Nacional de Fundição, o autor retoma o tema da formação especializada, limitando no entanto as sugestões ao campo dos engenheiros e agentes técnicos de engenharia. O texto está dividido em capítulos dedicados a sugestões a curto, médio e longo prazo.

C. D. U. 533.1 : 531.78 : 547.322 : 547.315

Tension de vapeur du chlorure de vinyle et de mélanges de chlorure de vinyle — butadiène — *Haccuria e Mathieu.*

Ind. Chim. Belge, 2-1967, T-32, n.º 2 pág. 165-167.

Tendo em vista estudar a tensão de vapor de misturas de cloreto de vinilo + butadieno, em função do título e da temperatura, fomos levados a precisar primeiramente a do cloreto de vinilo puro até 10 atm

Para soluções verifica-se que eles são pràticamente ideais com ligeiro afastamento de idealidade à medida que a temperatura decresce de 30 a 60°C.

C. D. U. 533.75

The equation of state of simple liquids — *J.A. Barker and D. Henderson.*

Journal of Chemical Education 1-1968 vol. 45 n.º 1 pág. 2.

Generalização sistemática da teoria de Van der Waals, aplicada ao cálculo da equação de estado de um líquido.

C. D. U. 536.27

Thermal calculation theory of rotating disperse packing regenerators (russo) — *V.A. Sheiman, G.E. Reznikova.*

Journal of Engineering. Physics — 1-1968 vol. 12 n.º 1 pág. 43-50.

C. D. U. 536.223

On temperature dependence of thermal conductivity of ozeksuak narrow— boiling range oil (russo) — *Yu.L. Rastorquey, Z.I. Seller, B.A. Grigor's.*

Journal of Engineering Physics — 1-1968 vol. 12 n.º 1 pág. 50-56.

C. D. U. 541.63 : 547·913

La Stéréochimie du Carotol — *J. Levisalles e H. Rudler*

Ind. Chim. Belge, 4-967, T. 32, n.º 4, pag. 424-428

Indicam-se experiências que permitiram determinar as configurações do carotol (+) e do dancol (—), alcoóis sesquiterpénicos da essência da cenoura selvagem. A configuração do carotol (+) é confirmada por correlação da dihidrocarvona (—).

C. D. U. 541.8 : 31 : 66.062

Solubilité d'hydrocarbures gazeux dans quelques solvantes usuels — *Hannaert, Haccuria e Mathieu*

Ind. Chim. Belge, 2-967, T-32, n.º 2, pág. 156-164

Mede-se as solubilidades de diferentes gases — principamente de hidrocarbonetos, não salinados de C_2 C_4 em função da temperatura, numa série de solventes ordinários.

Para as temperaturas utilizadas, os valores experimentais exprimem-se segundo a função clássica

$$\log K\pi\nu = A - \frac{\Delta H}{RT}$$

C. D. U. 545 : 661.611

Dosage et separation des hydrates de sulfate de calcium et anhydrites — *J. Hambersin*

Ind. Chim. Belge, 2-967, T. 32, n.º 2, pág. 143-155

Estuda-se a dosagem e separação de hidratos de sulfato de cálcio e anidritos por um método gravimétrico baseado em reacções de hidratação e desidratação.

C. D. U. 547.596.001.5

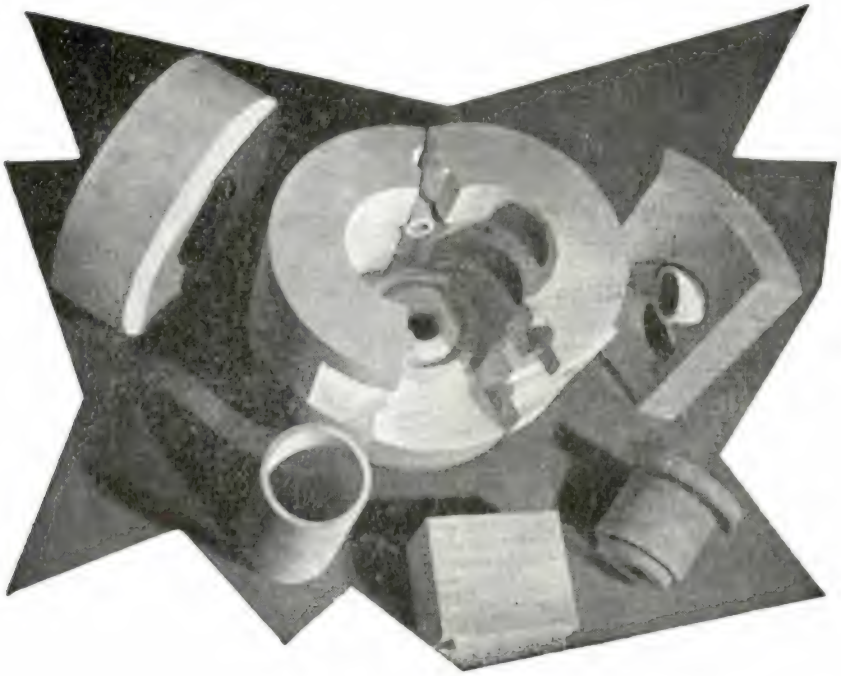
Quelques études récentes en chimie triterpènique — — *D. Daloze*

Ind. Chim. Belge, 4-967, T. 32, n.º 4, pág. 413-420

A orientação actual das pesquisas na química triterpénica, esquematiza-se brevemente, por meio de exemplos extraídos de recente literatura. Acentua-se a

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS



à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

mportância dos métodos de separação e de sepectroscopia que permitiu o progresso actual da química das substâncias naturais em geral, e dos triterpenos em particular.

C. D. U. 620.1.621.74 : 669.3 + 669.7

A qualidade nas ligas não ferrosas — contribuição para alcançar esse objectivo — *J. A. P. Larangeira*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 21, — 1967 — pág. 19

O autor defende a tese de que se devem criar em Portugal as marcas (label) para fundição do cobre e do alumínio e respectivas ligas. Simultâneamente, foca os aspectos gerais a respeitar na recepção e armazenamento das matérias-primas, fusão e vazamento, e registo dos elementos — base do trabalho, para se garantir uma fabricação conscienciosa e se ficar assim em condições de concorrer à obtenção das respectivas marcas.

C. D. U. 621.165.001.572-53

Turbine d'essai pour l'étude de l'étage de réglage d'une turbine à vapeur — *Ritter R.*

Rev. Brown Boveri, t. 51 (1964), n.º 12, p. 774 à 776.

C. D. U. 621.165-253.5 : 532.5.011.35

Etude de grilles d'aubes tournantes en écoulement transsonique — *Rhomberg F.*

Rev. Brown Boveri, t. 51 (1964), n.º 12, p. 762 à 773.

C. D. U. 621.316.5.015.3 : 621.316.933.4

Limitation des surtensions de manoeuvre par les parafoudres et influence des grandeurs caractéristiques du réseau sur les contraintes auxquelles ces parafoudres sont soumis — *Sarbach Ewald.*

Rev. Brown Boveri, t. 53 (1966), n.º 4/5, p. 291 à 297.

C. D. U. 621.316.5.064.31

Sur la détermination de la tension transitoire de rétablissement dans les réseaux triphasés symétriques — *Köppl Georg et Peter Geng.*

Rev. Brown Boveri, t. 53 (1966), n.º 4/5, p. 311 à 325.

C. D. U. 621.316.57.064.45

Nouvelle série de disjoncteurs pneumatiques pour les niveaux les plus élevés de puissance et de tension — *Schneider Jost et Roger Petitpierre*

Rev. Brown Boveri, t. 53 (1966), n.º 4/5, p, 298 à 310.

C. D. U. 621.74.04

Reflexão sobre a fundição injectada a baixa pressão — *G. Poupineau.*

Fundição — Revista A.P.F, n.º 23, 1967, pág. 59

O autor expõe as características e vantagens do processo de fundição injectada a baixa pressão, comparando-o com os outros tipos de fundição: moldação em areia, em coquilha por gravidade, injectada, cera perdida, areia aglomerada com gesso, carapaça. Termina esclarecendo sobre o campo óptimo de aplicação do novo processo.

C. D. U. 621.743

Processo silicato de sódio — gás carbónico para o endurecimento das areias de fundição — *Herman Dessart*

Fundição — Revista A.P.F, n.º 23, 1967, pág. 63

Na sequência do artigo publicado no n.º 19 de Fundição, que examinava as bases teóricas do processo silicato — CO_2 e expunha as suas vantagens e limites, este novo texto examina os factores que orientam as fundições na escolha das características das misturas areia-solução de silicato — adjuvantes.

C. D. U. 621.746.7 : 621.742 : 536

Problemas da solidificação de peças em ferro branco — *Jorge Vasconcelos*

Fundição — Revista, n.º 23 — 1967 — pág. 35

Apresenta-se desenvolvimento teórico explicativo do modo de formação de defeitos superficiais em peças de ferro branco, sendo dado relevo ao aspecto térmico da solidificação.

A ilustrar os conceitos apresentados, são discutidos dois casos de peças apresentando esses defeitos e que foram solucionados segundo os princípios expostos.

Conclui-se que o estudo térmico dos areias é factor determinante na solução de problemas relacionados com a solidificação.

C. D. U. 622 235 : 662.24-391.4 : 622.342.1

O emprego de Anfo em Jales — *Sebastião Manuel de Lencastre*

Boletim de Minas, 6-9-967, 4, n.º 3, pág. 133-153

O autor resume inicialmente as principais características do explosivo e descreve depois com pormenor os primeiros ensaios laboratoriais e os que se lhes seguiram em furos de mina.

Em face dos resultados obtidos, discute as duas hipóteses que se lhe apresentam e justifica aquela que entendeu seguir.

Descreve seguidamente o modo como o «Anfo» é preparado e a sua utilização nos diversos trabalhos subterrâneos, completando com mapas-resumos dos resultados obtidos o seu artigo.

C. D. U. 627.8.09 (679)

Esquema de aproveitamento hidráulico da bacia do Cunene (Introdução) — *Moreno, B. F.*

Fomento (Lisboa) 5 (4): 269-288, 1967

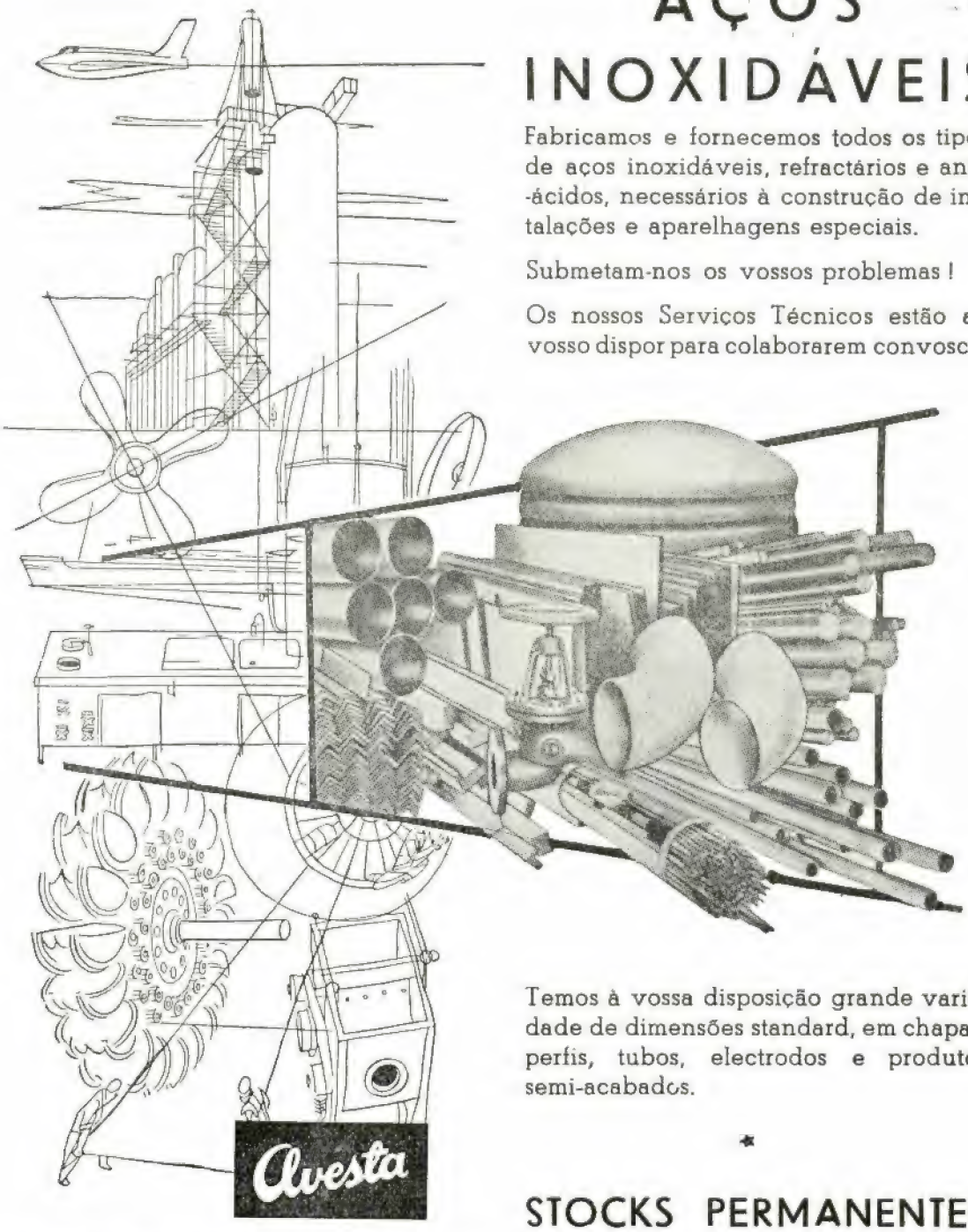
O artigo apresenta, duma maneira sintética, o vasto trabalho que constitui o «Esquema de Aproveitamento Hidráulico da Bacia do Cunene». Após a descrição ge-

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

*

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

ral dos estudos que o antecederam e do modo como decorreram os trabalhos de campo e gabinete necessários à elaboração do «Esquema», analisam-se, mais em pormenor, as matérias tratadas, dividindo-se, para tal efeito, a bacia em duas grandes zonas, a montante e a juzante de Matala. Salientam-se, por fim, com particular atenção, os aspectos económicos, concluindo-se que o investimento a fazer nas obras hidráulicas seria pago entre 3 e 4 anos pelos rendimentos brutos anuais obtidos.

C. D. U. 627.8.09 (679)

Aspectos hidráulicos — *Góis, C. A. Q.*

Fomento (Lisboa) 5 (4): 323-330, 1967

São apresentados neste artigo os principais aspectos hidráulicos que serviram de base ao dimensionamento dos vários aproveitamentos do «Esquema de Aproveitamento Hidráulico da Bacia do Cunene». Após indicação das bases hidrológicas do estudo, apresentam-se os critérios específicos de dimensionamento dos vários aproveitamentos de regularização de caudais, hidroeléctricos, hidroagrícolas e hidropecuários. O artigo termina por referir o conjunto de aproveitamentos previstos e suas características.

C. D. U. 66.04 + 536.248

Analysis of solid motion in a fluidized bed on the basis of probability view point (russo) — *N. N. Prokhorenko, N.B. Kondukov*

Journal of Engineering Physics, 1-1967 vol. 12 n.º 1 pág. 62-68.

C. D. U. 66.091 : 547 384

La thermo cyclisation des cétones non saturées — *J.M. Conia*

Ind. Chim. Belge, 4-1967, T-32 n.º 4 pág. 421-423.

Os acilciclo propanos ou – ciclobutanos, comportam um grupo alquilo em 2, na posição CIS e sofrem abertura térmica do anel em cetonas etilénicas, cujos, respectivamente, dois ou três carbonos separam os dois centros insaturados.

Por sua vez as cetonas etilénicas, tendo pelo menos 4 carbonos a separar os dois pontos insaturados, tendo um H em α e geometria conveniente, ciclizam-se por aquecimento (280-350°C) sendo os melhores resultados obtidos no caso de cetonas ε,ξ – etilénicas.

Apresentam-se várias aplicações, sobretudo no domínio das cetonas policíclicas.

C. D. U. 669.16 : 621.74

Fósforo nas gusas de fundição. Sua influência sobre a vazabilidade e a qualidade das peças vazadas. Estudo micrográfico. — *Horácio M. Costa*

Fundição — Revista A.P.F, n.º 23, 1967, pág. 19

Considerando que o fósforo é um elemento sempre presente nas gusas de fundição, o autor faz um estudo àcerca da sua influência sobre a vazabilidade e qualidade tendo em conta a ocorrência de outros elementos, nomeadamente o Si e o C, e a temperatura de vazamento. Em seguida, faz o estudo microscópico das gusas fosforosas tomando como exemplos algumas das produzidas em Vila Cova do Marão.

C. D. U. 669.13 : 621.74

Elaboração em forno eléctrico de um ferro fundido cinzento de alta qualidade, com grafite lamelar (1.ª parte) — *Remberto Pena.*

Fundição — Revista A. P. F., n.º 23, 1967, pág. 47.

Depois de breve referência ao uso de fornos eléctricos na elaboração de ligas especiais, trata-se o problema do fabrico dum ferro cinzento de grafite lamelar destinado ao vazamento de blocos para motores de pequena cilindrada. Nomeadamente, coligiram-se na bibliografia, indicações referentes a composição química, modo de elaboração e estrutura apropriada para que os fundidos obedeçam às características mecânicas especificadas e possuam resistência ao desgaste maquinabilidade e resistência ao choque térmico aceitáveis.

Finaliza-se o trabalho descrevendo algumas das características e propriedades do ferro elaborado e fazendo uma análise dos resultados obtidos.

C. D. U. 669.13 : 621.791

Soudage de la Fonte GS.

Revue du Nickel, 7-8-9-1966, n.º 3, pág. 191-209.

Apresentam-se quatro tipos de ferro fundido GS com as respectivas características: perlítico, ferrítico, temperado e ligado.

Estudam-se então os diversos tipos de soldagem próprios para cada uma destas variedades: soldagem das variedades perlítica e ferrítica, soldagem MI G com transferência por curto-circuito, soldagem oxi-acetilénica, soldagem dos ferros fundidos aciculares, etc.

C. D. U. 669 35.24 : 620.193.27

Les cupro-nickels et l'eau de mer — *T. May* e *B. Weldon*

Revue du Nickel, 7-8-9-1966, n.º 3, pág. 183-190.

O Cu, as ligas Cu-Ni 90/10 e 70/30 não são geralmente susceptíveis de ataques locais quando expostos à água do mar, por outro lado o Ni e as ligas Monel apresentam nas mesmas condições ataques locais. Contudo para velocidades de água superiores a dados valores estas condições alteram-se. Explicam-se quais os limites de velocidade, o comportamento de polarização catódico e galvânico destas ligas e várias soluções para evitar a corrosão marinha.

EMPRESA ELECTRO CERÂMICA

S. A. R. L.

FABRICANTE DE ISOLADORES PARA EQUIPAMENTO DE SUB-ESTAÇÕES TRANSFORMADORES E DE LINHAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA EM ALTA TENSÃO

fábrica igualmente

- isoladores de baixa tensão
- pequena aparelhagem eléctrica em baquelite e porcelana
- tubo plástico "Polivolt" para protecção de condutores
- material em refractário especial para aparelhos de aquecimento

DANIEL VIDAS

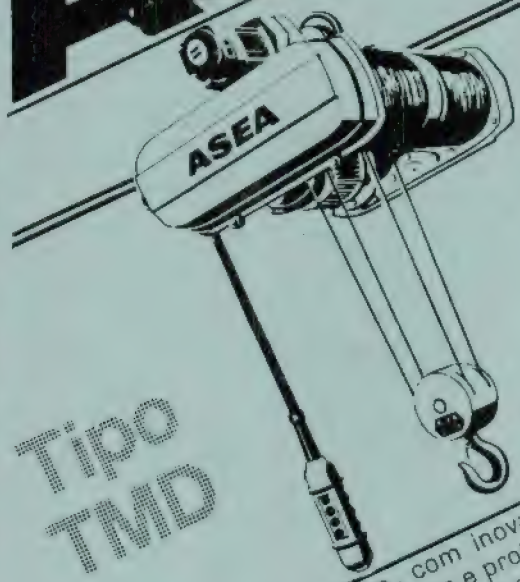
SÉDE L. BARÃO DE QUINTELA, 3-1.º LISBOA
FÁBRICA-CANDAL-VILA NOVA DE GAIA

EC 61·1

MARCA AE 5

Uma força criadora no domínio da electricidade

diferenciais ASEA



Tipo TMD

Para cargas de 0,5 a 16 ton., com inovações patenteadas no comando, estrutura e protecção de sobrecarga. Eficientes, robustos, versáteis, económicos e de fácil manutenção.

ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel. 251 11 01*
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel. 62106/7
PORTO

Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego

CAL HIDRÁULICA CABO MONDEGO

Fábrica totalmente remodelada

As mais modernas instalações de:

Cozedura	Com ar insuflado
Hidratação	Patente portuguesa projectada e construída em Portugal
Moagem	Automática
Expedição	Máxima rapidez na ensacagem e carregamento

A maior fábrica do País

A melhor Cal

A mais barata

Expedição contínua — Dia e noite

Um brilhante sucesso técnico!

ARALDITE

O mais forte dos ligantes para todo o trabalho.

Um tipo de ligante **inteiramente diferente,** de resultados seguros na colagem de

AÇO METAIS VIDRO
CERÂMICA BORRACHA PLÁSTICOS
e todo o material de uso corrente

RESISTE A

CALOR HUMIDADE ÁCIDOS
SOLVENTES ALCALIS

As ligações com **ARALDITE** mantêm-se.

Liga materiais da mesma natureza e de natureza diferente.

O ligante **ARALDITE** é mais forte que o material que liga.

À VENDA NAS DROGARIAS E PAPELARIAS

MARCA · A.E.6

Uma força criadora no domínio da electricidade

Condensadores

ASEA

Condensadores e baterias de condensadores de alta e baixa tensão, construídos para responder a todos os tipos de compensação de factor de potência.

ASEA ELÉCTRICA LDA.

Estrada do Prior Velho
Tel. 251101*
SACAVÉM

R. do Campo Alegre, 144
Tel. 62106/7
PORTO

FUNDAMENTOS DE RADIOCOMUNICAÇÕES

pelo Prof. Abreu Faro

Preço 30$00

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS

Pelo Prof. Herculano de Carvalho

Preço 90$00

TABELAS PARA O CÁLCULO DE BETÃO ARMADO

por Fernando Vasco Costa

5.ª edição revista e aumentada pelo autor e por João d'Arga e Lima

Preço 140$00

TABELAS TÉCNICAS

5.ª edição revista e aumentada

Preço 160$00

TOPOGRAFIA GERAL

pelo Eng.º A. C. Xerez

1.º Volume — 2.ª edição revista e aumentada
2.º » — 2.ª » » » »

Preço de cada volume 150$00

MANUAL DE HIDRÁULICA

pelo Eng.º Armando C. Lencastre

(Em preparação a 2.ª edição)

CÁLCULO DE PÓRTICOS

por G. Kani

Preço 50$00

DICIONÁRIO DE UNIDADES E TABELAS DE CONVERSÃO

pelo Eng.º Vasco Costa e Osvaldo Francês

Preço 35$00

Pedidos à "Técnica"

Desconto: 10 % aos assinantes

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D
— Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
Rua Aurea, 181-2.º — Tel. 32 78 45 — Lisboa 2

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06.

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Av. da República, 42-8.º
— Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2. — Lisboa.
Tel. 3 40 10 - 32 02 08

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Avenida da República, 42-8.º
Telef. 77 70 86/7 e 77 12 65 — Lisboa

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki, Lda.**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 53 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 56 11 71/72/73.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146-2.º — Lisboa.

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE Ld.ª** — Alverca

— **LISNAVE**
Rocha do Conde de Óbidos — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **AEG — Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4-Tel. 71 11 71/71 40 01-Lisboa.

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 53 69 21/0 — Lisboa

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **TUDOR — Soc. Port. de Acumuladores**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Tel. 5 19 47 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **ASEA**
Estrada do Prior Velho — Tel. 251 11 01
— Sacavém
R. do Campo Alegre, 144 —Porto —Tel. 62 106/9

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **J. F. de Azevedo e Silva & C.ª, Ld.ª**
Rua S. Francisco Sales, 2, 1.º — Tel. 65 41 65 — Lisboa.

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Siemens — Companhia de Electricidade**
Avenida Almirante Reis, 65
Telef. 65 41 65 — Lisboa.

— **Standard Electrica**
Av. da Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

— **J. Roma**
Praça da Figueira, 86/51/2/3 — Lx.

TELECOMUNICAÇOES

— **A E G Lusitana de Electricidade**
R. João Saraiva, 4—Tel. 71 11 71/71 40 10—Lisboa

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.° E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Electrica**
Av. Índia — Tel. 63 81 71 — Lx.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.
Santa Iria de Azoia

— **Olivetti Portuguesa**
Pr. Marquês de Pombal, 14-4.° Dt. — Lisboa
Tel. 53 41 37.

— **S. T. E. T.—Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho—Sacavem—Tel. 2510001/4.

CORRENTES

— **Auto - Lusitania**
Av. da Liberdade, 73 - 79 — Lisboa.

— **Harker Sumner**
L. do Corpo Santo, 18
Tel. 32 48 23 — Lisboa.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

TEXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

COLAS

— **Araldite**

LIVROS TECNICOS

— **TECNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.° — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETÃO

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.°, Dt.° — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Empresa Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa. — Tel. 5 91 61/66.

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.° — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

LOUÇAS SANITÁRIAS

— **Guedal**
Av. da República, 64-A — Tel. 77 94 30.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2—Tel. 328201/2/3

MATERIAIS PRÉ ESFORÇADOS

— **CERVAL—Cerâmica de Vale de Lobos, Ld.ª**
Av. Joaquim António de Aguiar, 41-5.º D.
Tel. 53 11 38 — Lisboa.

— **Soc. de Pré-fabricação e Obras Gerais Novobra, Ld.ª**
Av. E. U. da América, 100-5.º-E.
Tel. 77 48 32/76 64 46 — Lisboa.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO E ESCOLAR

— **J. J. Silva & Irmão, Lda.**
Rua Silva Carvalho, 232-B — Lisboa
Tel. 65 2750 / 68 06 71

— **Olivetti Portuguesa**
Pr. Marquês de Pombal, 14-4.º Dt. — Lisboa
Tel. 53 41 37.

— **Rotring—Representante Artur Westhelmer** — Lisboa.

— **Wild Portugal**
Praça das Águas Livres, 8-s/l.
Tel. 68 91 12 — Lisboa.

DIVERSOS

4.ª Quinzena Técnica de Paris

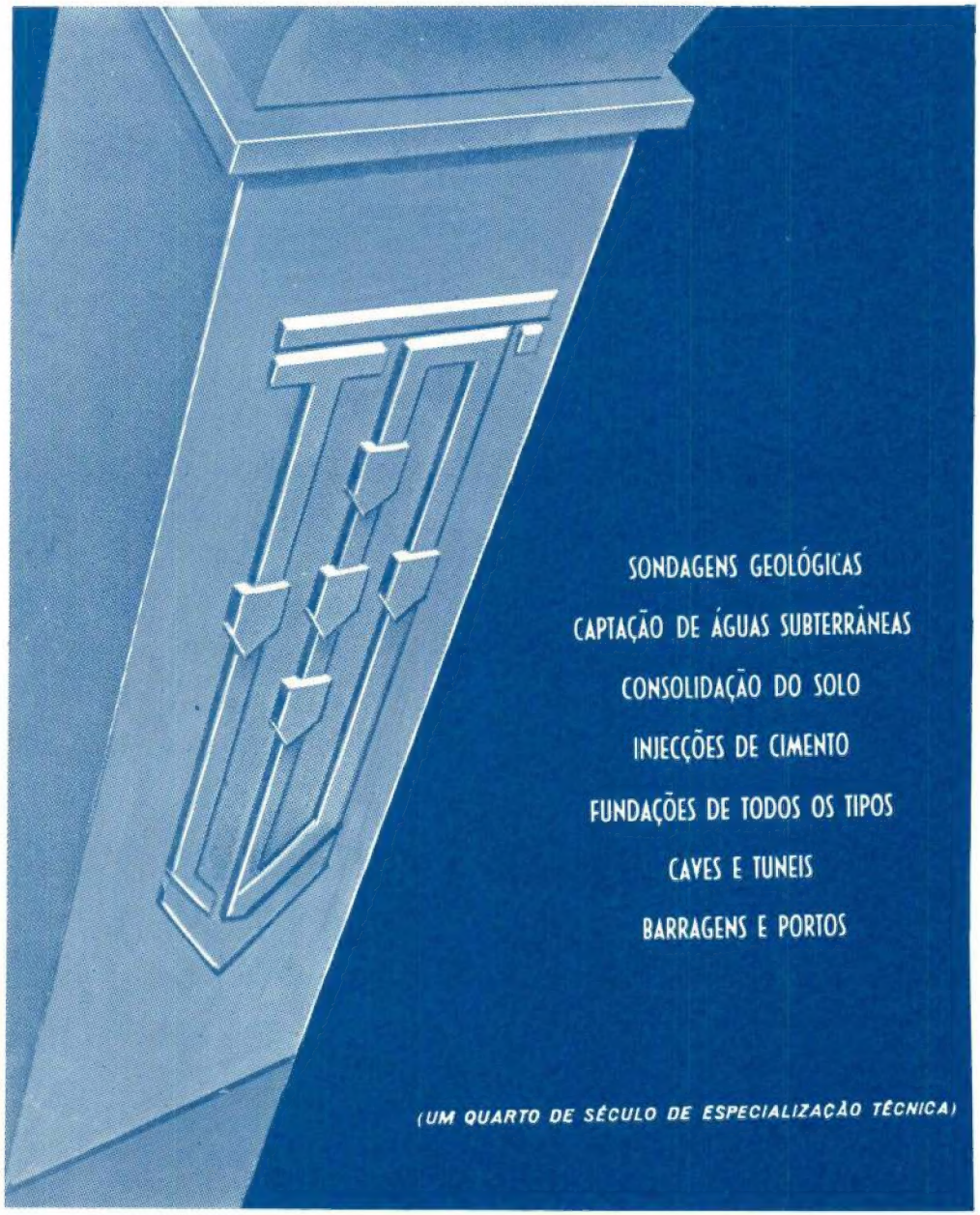
Informações: 49, Rue de Tocqueville, 75 —Paris 17 eme.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

AV. DA REPÚBLICA, 42, 8.º
TELEFS. 77 70 86/7 e 77 12 65

LISBOA



VENTILADORES DE HÉLICE PARA TODOS OS FINS

Ventiladores de Janela e Parede

Para montagem em paredes ou janelas, máquinas e aparelhos. A regulação do ar faz-se por meio de um comutador, o qual admite três escalões de velocidade em qualquer dos sentidos de marcha. Motor monofásico com rotor exterior 220 V, 42-60 c/s.

Ventiladores Siemens - Betz

Fabricados em diversos tipos, permitem uma renovação de ar desde 750 m³ a 26 000 m³ por hora. Para temperaturas ambiente até 120° C existe um tipo especial. Modelos com gelosia automática ou accionamento manual. Motor blindado mono ou trifásico, 220/380 V, 50 c/s.

Ventiladores Silenciosos

Equipados com motores monofásicos são extremamente silenciosos e, por conseguinte, indicados para locais onde se requer silêncio absoluto. Podem-ser fornecidos com comutador de velocidade. Motor blindado monofásico 220 V, 50 c/s.

SIEMENS – COMPANHIA DE ELECTRICIDADE, S. A. R. L.
LISBOA — PORTO